



نشرة دورية تعنى بالبحوث الجغرافية
يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية

أبحاث الجغرافيا

مع الاهتمام بالوسائل العملية المناسبة للبيئة العربية

بمقام

الدكتور عبد الله يوسف الغنيم

الدكتور محمد عسار

تباط (فبراير) ١٩٧٩
ربيع الأول ١٣٩٩

٢



نشرة دورية تعنى بالبحوث الجغرافية
يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية

أُسُسُ البَحْثِ الجُمْهُورِيِّ

مع الاهتمام بالوسائل العملية المناسبة للبيئة العربية

بمقام

الدكتور محمد عبد الله يوسف الفقيه

الدكتور محمد عبد الله

شباط (فبراير) ١٩٧٩
ربيع الأول ١٣٩٩

أمانة التحرير:

الدكتور عبدالله الغنيم
الاستاذ ابراهيم الشطي
الاستاذ الدكتور محمود طه ابوالعلا
الدكتور محمد عبد الرحمن الشرنوبلي
الدكتور طه محمد جاد

المراسلات

قسم الجغرافية - كلية الاداب - جامعة الكويت
الجمعية الجغرافية الكويتية - ص ب ١٧٠٥١ - الخالدية - الكويت

جميع الآراء الواردة في هذه النشرة تعبر عن
راي اصحابها ولا تعبر بالضرورة عن راي الناشر .

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

أولاً : البحث الجغرافي عند الاغريق والعرب

لم يظهر علم الجغرافيا كعلم متميز الا في بدايات القرن التاسع عشر ، الا ان الكثير من افكاره الاساسية ذات اصل مبكر ، فقد بدأ التفكير في اصل ونشأة اشكال سطح الارض منذ أيام الفلاسفة القدماء . وتميز هذا العلم يكمن فسي اعتماده الاساسي على الملاحظة الحقلية او الميدانية قبل اي شيء آخر ، بحيث لا يمكن تصنيف العاملين في هذا الفرع في باب الباحثين المكتبيين .

واي دراسة في اسس البحث الجغرافي لا بد ان يسبقها تعريف بجهود القدماء لنتعرف على انجازاتهم فسي هذا الميدان ، وبخاصة اعمال العرب والمسلمين الذين لم تنل كتاباتهم التقدير الكافي عند الجغرافيين المحدثين ، وعلى هذا سيكون من اهداف هذا البحث ابراز الدور العربي في هذا المجال دون تحيز ، اما الانجازات الحديثة في الجغرافيا فقد كتب فيها العديد من الكتب والأبحاث الأجنبية والعربية ولهذا لم نتعرض لدور الباحثين في هذا المضمار على نحو مفصل .

وقد تضمنت المعلومات التي وردتنا عن القدماء العديد من الافكار عن اشكال سطح الارض وتبادل اليابس والماء وأسباب حدوث الزلازل والبراكين والعيون وتكوين الجبال وغير ذلك من الظواهر الجغرافية . ولو أننا تكلمنا في كل نقطة من هذه النقاط لاحتجنا الى مجال أرحب من هذا البحث المتواضع ، ولهذا اقتصرنا على موضوع واحد منها ، يلقي مضمونه الضوء على عدد من موضوعات الدراسة ، هذا الموضوع هو فكرة تبادل اليابس والماء ، وقد تتبعنا هذه الفكرة عند الاغريق والعرب ثم بينا اثرها في الفكر الجغرافي الحديث من خلال النظريات التي اسهمت تلك الفكرة في ظهورها .

فكرة تبادل اليابس والماء

كانت فكرة طغيان الماء على اليابس وانحساره عنه ، خلال الازمنة الجيولوجية المختلفة ، من الافكار التي راودت علماء الاغريق منذ بدايات العصر الذهبي لليونان . ومن أوائل من قالوا بذلك « زينوفان القولوفوني » الذي عاش بين عامي ٥٧٠ و ٤٧٠ ق م وكانت مدينة قولوفون ، إحدى المدن الايونية ، مسقط رأس زينوفان غير انه هجرها بعد فتح قورش لها ، وأنفق بقية حياته متجولا مما اكسبه معرفة واسعة ببلاد حوض البحر المتوسط .

وأروع النصوص المنسوبة اليه في هذا الصدد قوله انه كان يوجد امتزاج بين الارض والبحر ، وان ذلك الامتزاج اخذ في التحلل عن الرطوبة على مر الزمن . وادلته على ذلك اكتشاف الاصداف البحرية وسط الارض وفي الجبال، ويضيف الى ذلك انه وجدت في محاجر سراقوسة اثار سمكة وعجول البحر ، وفي باروس وجد اثر سردينية في قاع حجر ، وفي مالطة اجزاء من جميع انواع الحيوانات البحرية . ثم يقول « ان هذه الاشياء تولدت حين كانت جميع الاشياء في الاصل مطمورة في الطين ، وان جميع البشر هلكوا حين اندفعت الارض نحو البحر وتحولت الى طين ثم ولد الكون مرة اخرى وحدث هذا التغيير لجميع العوالم ، » .

ويرى سارتون اننا على اساس هذا النص يمكن ان نسمى زينوفان اول جيولوجي واول عالم بالحفريات (١) .

ونذكر أرسطو أن سواحل البحر واطراف اليابس القاري تحدث بها تغيرات هائلة على امتداد فترات زمنية طويلة ، وحيانا تحدث التغييرات على اثر هطول امطار غزيرة بالغة التطرف في مقدارها ، وهو يفترض على هذا الاساس ان التغييرات في سواحل اليونان نشأت عن ظاهرة الطوفان (٢)

وقد ظن الدكتور شريف محمد شريف ان الاشارة الى الطوفان في نص زينوفان ، الذي كرره أرسطو فيما بعد هي تلميح الى الطوفان العظيم المنسوب في الاديان السماوية الى سيدنا نوح (Noah's Flood) . ويبدو ان الامر خلاف ذلك اذ يذهب القدماء الى ان هناك طوفانات متعددة ناتجة عن دورات فلكية سيايى تفصيلها بعد قليل .

(١) جورج سارتون ، رقم ٨ ، ص ٣٣٧ .

(٢) شريف محمد شريف ، رقم ٩ ، ص ٢١٧ .

ويرتبط بفكرة تبادل اليايس والماء بعض الآراء التي قيلت في ظاهرة الاطماء Silting . وأبرز من تكلم في هذا الموضوع هو المؤرخ اليوناني هردوت الذي عاش في القرن الخامس قبل الميلاد ، والذي قام برحلات واسعة في بلاد العراق ومصر والشام . وكانت اهم ملاحظة له في مصر تتضمنها عبارته الشهيرة « مصر هبة النيل » واستطاع أن يبرهن على هذا الرأي إلا أنه لم يستطع أن يعطى أسباب الفيضان السنوي تعليلا صحيحا . وقد أشار في ملاحظاته إلى رواسب الطمي السنوية والاصداف المتحجرة على التلال ، واستنتج منها أن هذه الاجزاء كانت فيما مضى مغمورة بمياه البحر ، وأن مصر السفلى (الدلتا) كانت في يوم من الايام تحت الماء ، لكن النهر أخذ يجرف معه بعض الرواسب ، وهكذا نشأت الدلتا نحو البحر (١) ودليل آخر قدمه هردوت ليثبت أن أرض مصر أرض مكتسبة هو رواسب الطمي الموجودة في قاع الشواطئ الشمالية لمصر فيقول « وهذه طبيعة أرض مصر ، عندما تبحر إليها لأول مرة وما زالت على مسيرة يوم من اليابسة فانك ستخرج طميا اذا القيت بالمسبار على عمق احد عشر باعا . وهذا يشير بجلاء إلى أن الطبقة الطميية تمتد إلى هذا الحد » (٢) .

وذهب هردوت إلى أبعد من ذلك في بيان أثر الطمي النهري على ازدياد مساحة اليابسة حينما قدر أن النيل لو فرض وغير مجراه ليصب في البحر الاحمر لاستطاع أن يملأ ذلك البحر برواسبه : « اذا ما قدر للنهر أن يغير مجراه نحو الخليج العربي (البحر الاحمر) فماذا يمنعه - وهو يصب في الخليج - من أن يبيسه في عشرين الف عام ؟ اني شخصا اظن أنه يستطيع ردم الخليج في عشرة الاف عام . فكيف اذن في العصور التي مضت قبل ميلادي لم يقدر لنهر هائل ومخصب مثل هذا أن يبيس خليجا ولو كان اكبر من هذا الخليج ؟ » (٣)

ويتبين من النص السابق دراية القدماء بالبعد الزمني او الوقت الطويل اللازم للعمليات الجيومورفولوجية ، ويتضح أيضا أن هردوت قد اعتقد بأن النيل كان ينتهي إلى خليج في شمال مصر ، وقام النهر بردم هذا الخليج بطميه ، وهو قوله « فكيف اذن في العصور التي مضت قبل ميلادي لم يقدر لنهر هائل ومخصب مثل هذا أن يبيس خليجا ولو كان اكبر من هذا الخليج ؟ »

(١) محمد صقر خفاجة رقم ١٧ ، ص ٨٣ ، وايضا جورج سارتون ، رقم ٨ ص ١٩٧ .

(٢) محمد صقر خفاجة ، نفس المصدر ، ص ٧٥ .

(٣) محمد صقر خفاجة رقم ١٧ ص ٨٣ ، وقد أشار الدكتور شريف محمد شريف إلى قول هردوت هذا فذكر « أن النيل لو فرض وتحول عن مجراه بحيث ينتهي إلى البحر الاحمر لاستطاع أن يملأ ذلك البحر برواسبه في أقل من مائتي الف عام » وقد اعتمدنا على النص المترجم .

وإذا ما انتقلنا الى الفترة العربية نجد ان العرب قد استوعبوا كل ما جاء في التراث القديم و اضافوا عليه ، وقدموا بعض التطبيقات والامثلة العملية على ذلك .

فقد نقل المسعودي (توفي ٢٤٦ هـ) عن صاحب كتاب المنطق « ان البحار تنتقل على مرور السنين وطويل الدهر حتى تصير في مواضع مختلفة ، وأن جملة البحار متحركة ، الا ان تلك الحركة اذا اضيفت الى جملة مياهها وسعة سطوحها وبعد قعورها صارت كأنها ساكنة ، وليست مواضع الارض الرطبة ابدا رطبة ، ولا مواضع الارض اليابسة ابدا يابسة ، لكنها تتغير وتستحيل ، لصب الانهار اليها وانقطاعها عنها ، ولهذه العلة يستحيل موضع البحر وموضع البر ، فليس موضع البر ابدا برا ولا موضع البحر ابدا بحرا بل قد يكون برا حيث كان مرة بحرا ، وعلة ذلك الانهار وبدؤها ، فان لمواضع الانهار شبابا وهما وحياة وموت ، ونشئا ونشورا ، كما يكون ذلك في الحيوان والنبات ، غير ان الشباب والكبر في الحيوان لا يكون جزءا بعد جزء لكنها تشب وتكبر اجزاؤها كلها معا ، وكذلك تهرم وتموت في وقت واحد فأما الارض فانها تهرم وتكبر جزءا بعد جزء ، وذلك بدوران الشمس » (١) .

وقد طبق المسعودي هذه الفكرة على بلاد العراق وبين اثر الانهار في تراجع الساحل الشمالي للخليج العربي الى الجنوب ، وكذلك تغير مواضع المجاري النهرية واثرها في اختلاف مواقع العمران .

يقول المسعودي : « وكانت سفن الهند والصين تصل الى الحيرة ، فلما انقطع الماء عن مصبه في ذلك الموضع انتقل البحر برا فصار بين الحيرة وبين البحر في هذا الوقت ايام كثيرة ، وأن من رأى النجف واشرف عليها يتبين له ما وصفنا » (٢) .

وعن تغير مواضع المجاري النهرية واثرها في اختلاف مواقع العمران اشار المسعودي الى انتقال مجرى نهر دجلة شرقي بغداد في الموضع المعروف بركة الشماسية من الجانب الغربي من الضياع التي كانت بين قطربل ومدينة السلام الى الجانب الشرقي من تلك الضياع ، وذكر ان لاهل المواضع التي انتقل عنها الماء مطالبات مع اهل الجانب الشرقي الذين تملكوا في ذلك الجانب (٣) .

(١) المسعودي رقم ١ ، ص ٩٧ .

(٢) ابو الحسن المسعودي ، نفس المصدر ، ص ١٠٣ - ١٠٤ .

(٣) ابو الحسن المسعودي ، نفس المصدر ، ص ١٠٤ .

ويخلص المسعودي بعد هذا البيان التطبيقي لاقوال ارسطو (صاحب كتاب المنطق) بمحاولة لقياس تلك التغيرات زمنيا ومن ثم التأكيد على العبارة الواردة في النص الاول عن تبادل مواضع اليابس والماء وحياة الانهار وموتها . يقول المسعودي : « فاذا كان الماء (في شرقي بغداد) في نحو ثلاثين سنة قد ذهب بنحو من سبع ميل (٢٨٢ مترا تقريبا) فانه يسير ميلا (١٩٧٣ مترا) في قدر مائتي سنة . فاذا تباعد النهر أربعة الاف ذراع (وهي مقدار الميل) من موضعه الأول خربت بذلك السبب مواضع وعمرت مواضع ، واذا وجد الماء سبيلا منخفضا وانصبابا وسع بالحركة وشدة الجرية لنفسه ، فاقتلع المواضع من الارض من أبعد غاياتها ، وكلما وجد موضعا متسعا من الوهاد ملأه في طريقه من شدة جريته حتى يعمل بحيرات ومستنقعات ، وتخرّب بذلك بلاد وتعمّر بذلك بلاد ، ولا يغيب فهم ما وصفنا على من له أدنى فكر » (١)

وفي القرن الرابع الهجري أيضا كتب اخوان الصفا رسائلهم المشهورة في ابواب المعرفة المختلفة ، وحملت تلك الرسائل في طياتها الكثير من اراء الاغريق والرومان . وأكد اخوان الصفا على فكرة تبادل اليابس والماء وما يترتب على ذلك من صيرورة مواضع البراري بحارا وغدرانا وانهارا ومواضع البحار جبالا وسباخا واجاما ورمالا ، ومواضع العمران خرابا ومواضع الخراب عمرانا ، وارجعوا كل ذلك الى سببين فلكي وجغرافي :

١ - الفلكي :

وينشأ عن تغيرات في مواضع الكواكب تؤدي الى اختلاف في مناخ بعض المناطق على الكرة الارضية تكون نتيجته تغير احوال اليابس والماء .

يقول اخوان الصفا : « واعلم بان في كل ثلاثة الاف سنة تنتقل الكواكب الثابتة وأوجات الكواكب السيارة وجوزهراتها في البروج ودرجاتها ، وفي كل تسعة الاف سنة تنتقل الى ربع من ارباع الفلك . وفي كل ستة وثلاثين ألف سنة تدور في البروج الاثنى عشر دورة واحدة . فبهذا السبب تختلف مسامات الكواكب ومطارح شعاعاتها على بقاع الارض وأهوية البلاد ، ويختلف تعاقب الليل والنهار والشتاء والصيف عليها ، اما بالاعتدال والاستواء ، او بزيادة ونقص وافراط من الحرارة والبرودات ، واعتدال منهما . وتكون هذه اسبابا وعللا لاختلاف احوال الارباع من الارض، وتغييرات أهوية البلاد والبقاع وتبديلها بالصفات من حال الى حال .

(١) أبو الحسن المسعودي ، نفس المصدر والصفحة .

ويعرف حقيقة ما قلنا الناظرون في علم المجسطي وعلوم الطبيعيات ،
فتصير بهذه العلل والاسباب مواضع العمران خرابا ومواضع الخراب عمراناً ،
ومواضع البراري بحارا ومواضع البحار براري وجبالاً ، (١)

ب - الجغرافولوجي :

ويكون نتيجة عمليات التعرية المختلفة التي تؤدي الى اكتمال الدورة
الصخرية : « واعلم يا اخي ان الاودية والانهار كلها تبتديء من الجبال والتلال ،
وتمر في مسيلها وجريانها نحو البحار والاجام والغدران ، وان الجبال من شدة
اشراق الشمس والقمر والكواكب عليها بطول الزمان والدهور تنشف رطوباتها
وتزداد جفافا ويبسا وتنقطع وتنكسر ، وخاصة عند انقضااض الصواعق ، وتصير
احجارا وصخورا او حصى ورمالا . ثم ان الامطار والسيول تحط تلك الصخور
والرمال الى بطون الاودية والانهار ، ويحمل كذلك شدة جريانها الى البحار
والغدران والاجام . وان البحار ، لشدة امواجها وشدة اضطرابها وفورانها ،
تبسط تلك الرمال والطين والحصى في قعرها سافا (طبقة) على ساف بطول
الزمان والدهور ، ويتلبد بعضها فوق بعض وينعقد وينبت في قعور البحار جبالا
وتلالا ، كما تتلبد من هبوب الرياح ادعاص (كثبان) الرمال في البراري والقفار .

واعلم يا اخي انه كلما انطمت قعور البحار من هذه الجبال والتلال التي
ذكرنا انها تنبت ، فان الماء يرتفع ويطلب الاتساع ، وينبسط على سواحلها نحو
البراري والقفار ويغطيها الماء فلا يزال ذلك دأبه بطول الزمان ، حتى تصير مواضع
البراري بحارا ومواضع البحار ييبسا وقفارا . (٢)

ويلاحظ ان اخوان الصفا لم يحاولوا ضرب امثلة ميدانية ، بل اكتفوا
بترديد اراء السابقين ، ويرجع ذلك الى نهجهم المكتبي في الدراسة ، فلم يكونوا
من الرحالة الذين مزجوا بين الدراسة العلمية والعملية مثل هردوت او
المسعودي او من جاء بعدهما .

وظهر في القرن الخامس الهجري ثلاثة من افذاذ العلماء العرب الذين
اشروا هذه الفكرة بما قدموه من توضيحات او تطبيقات كانت الاساس لعدد من
النظريات الحديثة ، مثل نظرية زحزحة القارات والتوازن الارضي . وهؤلاء
العلماء هم محمد بن الحاسب الكرخي وابو الريحان البيروني وابو علي الحسين
بن سينا .

(١) اخوان الصفا ، رقم ٥ ، ص ٩٣ .

(٢) اخوان الصفا رقم ٥ ، ص ٩٣ - ٩٤ .

١- محمد بن الحسن بن الحاسب الكرخي :

لا نعرف عن هذا العالم سوى كونه قد عاش في القرن الخامس الهجري ولم يصلنا من كتبه غير كتابه « انباط المياه الخفية » الذي طبع في الهند سنة ١٢٥٩هـ والذي تكلم فيه عن كيفية استخراج المياه الجوفية والعلامات الدالة على وجود الماء والاجهزة الهندسية المستخدمة في بناء القنوات وما الى ذلك . وقد قدم لكتابه بمقدمة قيمة عن صفة الارض ، هي التي تهمننا في هذا المجال . يقول : « في الارض حركات دائمة ، منها طلب الابنية للوقوع والانهدام والميل عن سمت الاستقامة ، وكذلك الجبال والتلاع تنهار قليلا قليلا وتتفتت طلبا للمركز . والارض الرخوة في تربتها حركة دائمة ، وهي طلب اجزائها الصلابة باعتماد بعضها على بعض . »

واعظم هذه الحركات المذكورة انتقال المياه العظيمة وجريان الاودية القوية من ارض الى ارض في الزمن الطويلة ، فاذا اجتمعت موادها في ناحية من نواحيها وارتفعت حتى بعد سطحها من المركز وساوى ذلك بعد الوضع المحاذي له الذي يقابله ، ثم بعد المساواة زاد عليه ، تحركت الارض طلبا للمعادلة المذكورة ، فتتغير لذلك عروض البلاد ومطالعها وانصاف نهارها . ويعتبر ذلك سبب انتقال البحار وظهور عيون وغيض عيون . ولا يكون ذلك دفعة واحدة في ساعة واحدة بل يكون على التدريج كانتقال العمارات من ارض لارض .

ويجوز على مذهب من جعل سبب الخراب في الجنوب مسامتة حضيض الشمس له وان انتقال العمارة الشمالية الى ناحية الجنوب يكون بانتقال الاوج الى مسامتتها ، وذلك يكون في ثمانية عشر الف سنة ، وهو الزمان الذي ينتقل فيه الاوج الى موضع الحضيض على مذهب بطليموس لان مسيره في كل مائة سنة درجة واحدة والله اعلم بذلك » (١) .

ويلاحظ ان الكرخي قد بين في نصه السابق بوضوح تام فكرة التوازن الارضي Isostasy التي لم تعد مجرد نظرية قد يشك في صحتها ، بل اصبحت ظاهرة حقيقية استطاع العلماء ان يسجلوها في كثير من جهات العالم . فقد اشار الكرخي الى الدورة التضاريسية التي تنتهي عند اكتمالها بما يعرف بشبه السهل Penneplane ثم تتلوها عملية اعادة التوازن الارضي (Isostatic readjustment) (٢) فتبعث التضاريس من جديد لتبدأ دورة تضاريسية اخرى .

(١) ابو بكر الكرخي ، رقم ٣ ، ص ٩ .

(٢) « هولز » رقم ٢٧ ، ص ٣٢ .

٢- أبو الريحان البيروني :

جمع البيروني بين اطراف الفكر الجغرافي نتيجة سعة اطلاعه واتقانه لعدد من اللغات كال يونانية والسريانية والفارسية والعربية والسنسكريتية ، وتتفوق آراؤه في الجغرافية الطبيعية على آراء كثير من الجغرافيين العرب الذين كتبوا في هذا المجال . وقد درس البيروني آراء السابقين حول فكرة تبادل اليابس والماء وحاول ان يربط بين المعرفة النظرية والعملية ، ويتجلى ذلك في نصين من أهم النصوص المنسوبة اليه ، اولهما يتعلق ببادية العرب في شمال شبه الجزيرة العربية ، ويتعلق الثاني بتفسيره لاصل سهول الهند الممتدة جنوب الهملايا .

١- « ينتقل البحر الى البر ، والبر الى البحر في ازمة ، ان كانت قبل كون الناس في العالم فغير معلومة ، وان كانت بعده فغير محفوظة ، لان الاخبار تنقطع اذا طال الامد عليها ، وخاصة في الاشياء الكائنة جزءا بعد جزء ، بحيث لا تظن لها الا الخواص . فهذه بادية العرب ، وقد كتبت بحرا فانكيس حتى ان آثار ذلك ظاهرة عند حفر الابار والحياض بها ، فانها بسدي اطباقا من تراب ورمال ورضراض ، ثم فيها من الخزف والزجاج والعظام ما يمتنع ان يحمل على دفن قاصد اياها هناك ، بل تخرج منها احجار اذا كسرت كانت مشتملة على اصداغ وودع وما يسمى اذان السمك ، اما باقية على حالها واما بالية قد تلاشت وبقي مكانها خلاء متشكلا بشكلها » (١) .

ب - « وارض الهند من تلك البراري يحيط بها من جنوبها بحرهم المذكور (المحيط الهندي) ومن سائر الجهات تلك الجبال الشوامخ ، واليها مصاب مياهها بل لو تفكرت عند المشاهدة فيها وفي احجارها المدملكة الموجودة الى حيث يبلغ البحر ، عظيمة بالقرب من الجبال وشدة جريان مياه الانهار ، واصغر عند القواعد وفتور الجري ، وربما عند الركود والاقتراب من المغايض والبحر ، لم تك تصور ارضهم الا بحرا في القديم وقد انكيس بحمولات السيول » (٢) .

ويبدو من النصين السابقين اعتماد البيروني على الدراسة الميدانية بصورة لا تقبل الجدل ، فقد اتخذ ادلته في النص الاول من المستحجرات البحرية او نماذجها الداخلية التي توجد عند حفر الابار في شمال الجزيرة العربية ، ومعلوم ان المنطقة المذكورة كانت مغمورة بمياه بحر قديم اطلق عليه الجيولوجيون اسم بحر تشس اما النص الثاني فقد اتخذ ادلته من الارسابات النهرية ، من

(١) نفيس احمد ، رقم ١٩ ص ٦٨ (والنص من حاشية المترجم)

(٢) ابو الريحان البيروني ، رقم ٢ ص ١٥٧ .

حيث سمكها وشكلها وتدرج احجامها بين اعالي الادوية ومحباتها ، ولم نجد هذين النصين الا عند البيروني .

٣- الشيخ الرئيس ابو علي الحسين بن سينا :

اشتهر ابن سينا بأبحاثه الفلسفية والطبية ، غير أن شهرته في الأبحاث الطبيعية لا تقل شأنًا عن حذقه في الفلسفة والطب ، ويدل على ذلك اشارات الجمرفلوجيين المحدثين اليه في معظم كتاباتهم عن تاريخ ذلك العلم ، ويمرود ذلك الى آرائه المتقدمة في الجمرفلوجية ، تلك الآراء التي كانت من الاسس التي اعتمدت عليها احدى النظريات المهمة في عصرنا الحاضر وهي نظرية زحزحة القارات .

يقول ابن سينا : « ونحن نعلم بأقوى حدس أن ناحية الشمال كانت مغمورة بالماء حتى تولدت الجبال ، والآن فإن البحار جنوبية ، فالبحار منتقلة ، وليس يجب أن يكون سبب انتقالها محدودا ، بل يجوز فيه وجوه كثيرة ، بعضها يؤذن بانقطاع العمارة فيشبه أن تكون في العالم قيامات تتوالى في سنين لا تضبط تواريخها » (١) .

ومن الواضح أن فجنر Wegner في نظريته الخاصة بزحزحة القارات يتفق مع ابن سينا في فرضه الأول القائل بأن الكتلة القارية القديمة (بنجايا Pangaea) كانت موجودة في نصف الكرة الجنوبي ، وأن النصف الشمالي كان مغمورا بالماء ، واختلف الاثنان في طبيعة الحركة التي أدت بتلك الكتلة الى ما هي عليه الآن في النصف الشمالي من الكرة الأرضية ، فرأى فجنر أن ذلك يرجع الى انتقال اليابس نفسه أو زحزحته الى الشمال ، وخصوصا المعمور القديم المعروف في زمن ابن سينا . وكانت هناك زحزحة نحو الغرب يمثلها انفصال الأمريكتين عن جسم الكتلة وحركتها نحو الغرب .

ويرى فجنر أن القوى التي سببت الحركة هي قوى الجذب التفاضلية (Differential gravitation forces) (٢) أما ابن سينا فيعتقد أن ذلك يرجع الى انتقال الماء أو البحار من جهة الى أخرى ، ويعزو ذلك الى حدوث ما يسميه « بالطوفان » وهو غلبة أحد العناصر الأربعة على الريع المعمور كله أو بعضه أو كون أحد العناصر غالبا بهذه الصفة ، على حسب ما يرى أهل اللغة استعماله عليه ، والاعرف عند الجمهور من أمر الطوفانات هو ما كان من الماء وكان هذا الاسم انما وضع لهذا المعنى .

(١) ابن سينا رقم ٤ ، ص ٧٦ .

(٢) وولدج ومورجان ، رقم ٤١ ، ص ٣٩ .

ويرى ابن سينا « أن الطوفانات ترجع الى اسباب فلكية وهو اجتماعات من الكواكب على هيئة من الهيئات توجب تغليب احد العناصر في المعمورة ، قد عاونتها اسباب ارضية واستعدادات عنصرية . فالمانية منها قد تقع من انتقالات البخار على صقع كبير دفعة لاسباب عظيمة مفرطة تقع للهواء الى المائية . والنارية تعرض من انتقالات الرياح العاصفة وهذه أشد انتشارا ، والارضية تعرض لسيلان مفرط يقع من الرمال على براري عامرة او لكيفية تسيل ارضية باردة مجمدة مما حدثنا عنه . والهوائية تقع من حركات ريحية شديدة جدا مفسدة .

ومما يقنع في وجود هذه وحدثها كثرة الاخبار المتواترة في حديث طوفان الماء ، ومما يقنع في اثبات ذلك ان الاشياء القابلة للزيادة والنقصان والقلية والكثرة ، وان كان اكثر الوجود فيها الوجود المتوسط بين طرفي الافراط والتفريط وما يقرب منه ، فان طرفهما لا يخرج عن حد الامكان ، وكما يتفق كثيرا ان تأتي على بقاع عظيمة من المعمورة فلا يكون فيها مطر البتة ، وذلك في جانب النقصان ، وكذلك قد يفرط المطر دفعة واحدة ، ويستحيل الهواء دفعة اذا كان ما بين هذه الأوساط مختلفا بالزيادة والنقصان وكذلك في سائر الطوفانات » (١)

ونجد في كتابات ابن سينا مجموعة من النصوص التي تضيف الكثير الى ما ذكره بشأن انتقال اليابس والماء ، وكل نص من تلك النصوص يزيد تلك الفكرة ايضاحا وتفسيرا . ويؤكد في جميعها على عنصر الزمن وان ذلك يتم ببطء وعلى مدى فترات طويلة ، ومن تلك النصوص :

١ - ويجوز أن يعرض للبحر أيضا أن يفيض قليلا قليلا على بر مختلط سهل وجبل ثم ينضب عنه ، فيعرض للسهل منه أن يستحيل طينا ولا يعرض ذلك للجبل وإذا استحال طينا كان مستعدا لأن يتحجر عند الانكشاف ويكون تحجره تحجرا سافيا قويا ، وإذا وقع الانكشاف على ما تحجر ، فربما كان المتحجر القديم - في حد ما - استعد للفتت . ويجوز أن يكون ذلك يعرض له عكس ما عرض للتربة من أن هذا يرطب ويلين عودا ويعود ترابا وذلك يستعد للحجرية ، كما اذا نفعت آجرة وترابا وطينا في الماء ثم عرضت الآخرة والطين والتراب على النار ، عرض للآجرة أن زادها الاستنقاغ استعدادا للفتت بالنار ثانيا ، وللتسراب والطين استعدادا لاستحجار قوي .

ب - ويجوز أن ينكشف البر عن البحر . وكل بعد طبقة (كذا) ، وقد يرى بعض الجبال كانه منضود سافا فسافا . فيشبه ان يكون ذلك بأن طينتها في وقت

ما كذلك سافا فسافا بأن كان ساف ارتكم أولا ، ثم حدث بعده في مدة أخرى ساف آخر فارتكم ، وكان قد سال على كل ساف جسم من خلاف جوهره ، فصار حالا بينه وبين الساف الآخر • (١)

ج - فالجبال تكونها من أحد أسباب تكون الحجارة ، والغالب أن تكونها من طين لزج جف على طول الزمان ، تحجر في مدد لا تضبط ، فيشبه أن تكون هذه المعمورة قد كانت في سالف الايام غير معمورة بل مغمورة في البحار ، فتحجرت ، اما بعد الانكشاف قليلا قليلا في مدد لا تفي التاريخات بحفظ أطرافها ، واما تحت المياه لشدة الحرارة المحتقنة تحت البحر ، والاولى أن يكون بعد الانكشاف وأن تكون طينتها تعينها على التحجر ، إذ تكون طينها لزجة ، ولهذا ما يوجد في كثير من الاحجار اذا كسرت أجزاء الحيوانات المائية كالاصدف وغيرها • (٢)

ومما تقدم يمكن أن نخلص الى النتائج التالية :

١ - اعتقاد اليونان والعرب بوجود دورة فلكية تؤدي الى تغيرات مناخية يتبادل بموجبها اليابس والماء ، ولا يمكن بأي حال أن نأخذ بأرائهم في هذا المجال ، فلا يعقل أن يحصل ذلك التغير في الزمن القصير الذي لا يمكن أن يقاس بالازمنة الجيولوجية الطويلة ، على أن ذلك الزمن يعتبر طويلا بالنسبة لمعرفة الحدود بمر الأرض •

وتنبغي الإشارة الى أن آراء أولئك العلماء في تبادل اليابس والماء تطابق بعض ما قيل في نظريات أسباب تكون الجليد في الزمن الرابع ، وبخاصة القول باحتمال حدوث تغيرات طارئة في حركة كوكب الأرض ، وكذلك التغير في تركيب عناصر الجو ، وهو ما عبر عنه ابن سينا بـ «أحد العناصر الأربعة على الريح المعمور كله أو بعضه» • ومعلوم أن فترات تقدم الجليد التي حدثت خلال البلايستوسين من قد أحدثت بعض التغير في توزيع اليابس والماء ، يدل عليه مجموعة من الحجرات التي اكتشفت آثارها في الصحاري العربية •

٢ - بين العرب أثر الدورة الصخرية في تبادل اليابس والماء ، ومن خلال كلامهم عن تلك الدورة يتبين مدى فهمهم لها ، ويتمثل ذلك في نص المسعودي « فان لمواضع الانهار شبابا وهرما وحياة وموتا • • الخ » ومن الواضح أنه

(١) أبو علي بن سينا ، نفس المصدر ، ص ٨ - ٩ •

(٢) أبو علي بن سينا ، نفس المصدر ، ص ٧ •

يقصد بمواضع الانهار الودية النهرية . وجاء اخوان الصفا والكرخي فزادوا نص المسعودي ايضا كما فقد بين الكرخي بايجاز ووضوح العلاقة بين مجموعتي العمليات الداخلية والخارجية من حيث تضافرها في حفظ الصلة بين التضاريس الموجبة والتضاريس السالبة ، وهو ما يطلق عليه الجغرافيون المحدثون اسم « ظاهرة التوازن الارضي » ، وقد نص الكرخي - مثلا - على ان العمليات الداخلية تتدخل كلما زادت العمليات الخارجية من ردمها للتضاريس الارضية عن مستوى محدد عبر عنه بكلمة « المساواة » .

٣ - الاطماء النهرية واثره في تقدم مصبات الانهار من الظواهر التي شغلت العنماء منذ ايام الاغريق ، ويتمثل ذلك في نصوص هردوت عن نيل مصر واعتقاده بوجود خليج في موضع الدلتا قام النهر بردمه برواسبه ، وكذلك في قياسه لسمك الطمي عند الساحل الشمالي لمصر . وفي الفترة العربية نجد نصوص المسعودي عن تقلص الساحل الشمالي للخليج العربي نحو الجنوب بفعل الارساب النهرية تشابه بعض النظريات التي قيلت في هذا الموضوع في عصرنا الحاضر (١) . وبين البيروني اثر المجاري النهرية المنحدرة من جبال هملايا في تكوين سهول الهند .

٤ - لم يقتصر العرب على الامثلة التطبيقية ، التي هي بلا شك ناتجة عن دراسة ميدانية للمنطقة محل البحث ، بل عززوا ذلك ببعض التجارب العملية ، كما فعل ابن سينا في فكرته عن تكوين الجبال « كما اذا نقت أجرة وترابا وطينا في الماء ثم عرضت الأجرة والطين والقراب على النار عرض للأجرة ان زادها الاستنقاع استعدادا للفتت بالنار ثانيا ، وللتراب والطين استعدادا لاستحجار قوي » فالأجرة هي الصخور والجبال القديمة والماء بمثابة البحار والمحيطات والنار بمثابة اشعة الشمس واثرها الحراري . وقد اثبت بذلك فكرته اثباتا علميا جيدا .

٥ أدرك ابن سينا فكرة تغيرات ما بعد الترسيب Post depositional changes وهي اللازمة لتحويل الرواسب الى صخر واعطاء الزمن الذي يستحقه (٢) . كما استخدم ابن سينا والبيروني الاخافير البحرية (الحفريات) استخداما صحيحا للدلالة على تبادل اليابس والماء .

(١) انظر على سبيل المثال ابحاث ليزفالكون وكيرتس لارسين ، رقم ١٦ .

(٢) على السكري رقم ١٢ ، ص ٣١ .

٦ - وصف اخوان الصفا وابن سينا قانون « تعاقب الطبقات »
Superposition of Strata « بمنتهى الوضوح ، ويتمثل ذلك في قول ابن سينا
« بأن يكون ساف ارتكم أولا ثم حدث بعده في مدة اخرى ساف آخر فارتكم
والساف هو الطبقة »

٧ - نص هردوت ومعظم العلماء العرب على عنصر الزمن ، فالتضاريس
النتيجة عن العمليات الخارجية تحتاج الى وقت طويل وتدل على هذا بوضوح
عبارات البيروني وابن سينا في النصوص السابقة .

٨ - من الواجب تحديد قيمة الاضافات العربية واعطاؤها حقها المفروض
عند كلامنا عن تطور الجغرافية وخاصة ان الكثير من الافكار التي عرضها
العرب كانت أساسا لبعض النظريات الهامة التي ما زالت تلقى قبولا كبيرا في
الأوساط العملية ، ذكرنا منها مثلا نظرية زحزحة القارات ونظرية التوازن
الأرضي ، واذا علمنا أن أحد الأسس المهمة التي قام عليها عصر النهضة هو
ترجمة التراث القديم اليوناني والعربي . بل ان اللغة العربية كانت لغة العلماء
في أوروبا ابتداء من القرن الحادي عشر الميلادي ، لو علمنا ذلك لاتضح لنا أن
علماء أوروبا في بدء عصر النهضة لابد انهم قرأوا كتابات المسعودي والكرخي
والبيروني وابن سينا وأن النظريتين المشار اليهما قد اعتمدتا أساسا على تلك
الافكار العربية ، ومع هذا فان معظم الكتابات الأوروبية تبخس العرب حقهم
العلمي .

ثانياً : أسس البحث الجيومورفولوجي الحديث

ليس هناك اتفاق تام في التعريف والتعريب على المقصود بالكلمات الأفرنجية ، "technique, method, approach" فهناك خلط بين هذه المصطلحات الثلاثة وخاصة بين الأول والثاني سواء في الكتابات الأفرنجية أو العربية . ونذكر على سبيل المثال أن « ك . كنج » قد استعملت كلمة method كمترادف لكلمة approach (١) . وغني عن الذكر أن كتابها "Techniques in Geomorphology" ، لا يتضمن وسائل البحث فقط وإنما يتضمن بعض ما يمكن تسميته بطرق البحث . ومن المعروف كذلك أنه على حين توجد كلمة methodology التي تعني فلسفة أو علم المناهج فلا يوجد للكلمتين الأولى والثانية اشتقاق مماثل في اللغة الإنجليزية .

وبالرغم من بعض الاختلاف في التعريف والتعريب للكلمات الأفرنجية الثلاث السابقة فإن كثيراً من الباحثين يميلون إلى جعل كلمة approach أوسع مضمونها من الكلمتين الأخريين ، كما يميلون إلى جعل كلمة method أوسع مضمونها من كلمة technique . وفي ضوء ذلك نميل إلى تعريف الكلمة الأولى بكلمة منهج والكلمة الثانية بكلمة طريقة ، والكلمة الثالثة بكلمة وسيلة . أما كلمة أداة التي قد ترد إلى الذهن فيستحسن تركها للكلام عن أدوات أو أجهزة البحث نظرياً كان أو عملياً . ومع ذلك فقد يكون من الممكن أحياناً استعمال الكلمتين الأولى والثانية بنفس المعنى ولكن من المستحسن أن يكون ذلك في أضيق الحدود . أما الكلمة الثالثة فهي أكثر تحديداً كما سيتضح بعد قليل .

ومما يذكر أن معظم فروع الجغرافية وخاصة الجيومورفولوجية لا تقوم فقط على البحث النظري ولكنها تقوم في كثير من بحوثها على الدراسة الميدانية . وفضلاً عن أن الجيومورفولوجية تتطلب عادة دراسة ميدانية مكثفة فهي تقوم أيضاً على جوانب عملية أخرى كفحص الخرائط والصور الجوية باستعمال أجهزة وأدوات مختلفة . هذا بالإضافة إلى التحليلات العملية للصخور والمفتحات ، فضلاً عن استعمال النماذج models في بعض البحوث . ونظراً لكل ذلك فالجغرافية وخاصة الجيومورفولوجية صارت أخيراً في حاجة إلى توضيحات أو حتى تقسيمات

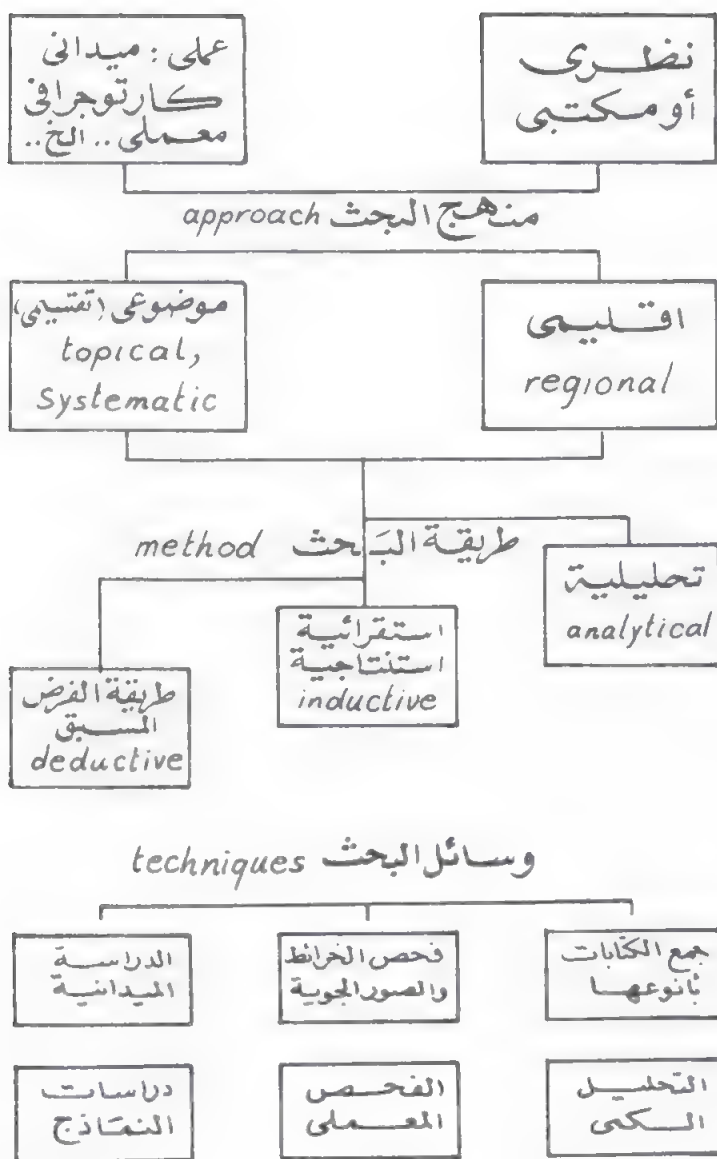
(١) « كنج » ، رقم ٢٩ ، ص ٢٠ ، ٢٦ مثلاً .

جديدة تختص بالمناهج والطرق والوسائل المناسبة للبحث . ولا يصح أن تكون التسميات الخاصة بمناهج وطرق ووسائل البحث الجيومرفولوجي منقولة أو مطابقة لما يختص بعلم آخرى نظرية الطابع مما لا تعتمد على تلك الجوانب العملية البارزة سابقة الذكر . فهناك علوم لا تدخل الجوانب الميدانية والعملية فسي بحوثها . مثال ذلك مجموعة علوم الكلام ، والاقتصاد ، وعلوم اللغة . الخ . كما لا يصح الاعتماد على التسميات « والتوصيفات » الخاصة بعلم فرعية أخرى عملية في معظمها ، ولا تختص بالتوزيع المكاني ، كما لا تهتم بالنظرية التاريخية طويلة الامد . مثال ذلك علم البلورات crystallography وعلم المعادن mineralogy وفروع الكيمياء ، ومعظم فروع العلوم الطبية والهندسية .

وهكذا نميل الى اعطاء تعريف أو توصيف وتصنيف للمصطلحات الثلاثة السابقة لما يختص بالجغرافية في المقام الأول وخاصة في الجيومرفولوجية . ومن الصحيح أن هذا التوصيف والتصنيف كما هو موضح بعد قليل يختلف عما يناسب دراسات أخرى نظرية صرفة بما في ذلك بعض البحوث الجغرافية . ولكن الواقع انه لا يمكن اقتراح توصيف وتصنيف واحد يناسب فروع الفرع الواحد . ومما يذكر أن التصنيف والترتيب الوارد في شكل (١) لمناهج وطرق ووسائل البحث الجيومرفولوجي لا يعنى ترتيباً زمنياً أثناء البحث عند جمع المادة والملاحظات وتصنيفها وتحليلها وكتابتها ، بل هو تصنيف وترتيب بقصد توضيح المقصود بالمصطلحات الثلاثة من ناحية ، ولإبراز الأهمية النسبية لكل من المنهج والطريقة والوسيلة في الدراسة الجيومرفولوجية ككل بنظرية جغرافية من ناحية أخرى .

وفيما يتعلق بتعريف أو توصيف المفردات الثلاث نبداً أولاً بالكلام عن كلمة « منهج » التي نميل الى انهاء تناظر كلمة approach فنقول انه من المقترح أن تخصص هذه الكلمة في الجغرافية عموماً والجيومرفولوجية خصوصاً للكلام عما اذا كان البحث أو الدراسة ذات طابع نظري أو ذات طابع عملي أو ذات طابع نظري عملي . فيقال بذلك منهج نظري ، ومنهج عملي ، ومنهج نظري عملي . وبطبيعة الحال ليس من السهل أن نتخلى فجأة عن استعمال كلمة منهج كمرادف لكلمة طريقة method فذلك يحتاج لبعض الوقت والاتفاق .

ومن المعروف ان كلمة « منهج » قد أصبحت لصيقة ببعض الاوصاف الأخرى فيقال منهج أقليمي ، ومنهج موضوعي topical, systematic بل يقال كذلك منهج استقراي استنتاجي inductive ، ومنهج تحليلي . الخ بل قد يسمى المنهج أحياناً بحسب موضوع دراسي على غرار ما ذكره « سمول » كمنهج تطور السفوح slope evolution approach



شكل (١) تصنيف وترتيب مبسط لأسس البحث
الجغرفلوجي بحسب أهمية كل منها للدراسة الجغرفلوجية
ككل في نظر الكاتبين .

ومنهج العملية والشكل process-form approach (١) . الا انه يبدو من الأنسب أن تقتصر كلمة منهج على ما سبق ذكره من حيث أن البحث عملي أو نظري أو عملي نظري ، بالإضافة الى إمكان استمرار مصطلحي المنهج الاقليمي والمنهج الموضوعي نظرا لشدة انتشار هاتين التسميتين من ناحية ، ونظرا للفرق الواضح بين البحث في الحالتين .

أما « طرق البحث » فنميل الى انها تناظر مصطلح research methods ومن المستحسن أن تقتصر على ما يسمى أحيانا بالمنهج أو الطريقة الاستقرائية الاستنتاجية inductive ومنهج أو طريقة الفرض المسبق deductive والمنهج التحليلي analytical ، وذلك بحيث يكتفي بكلمة طريقة ويستغنى عن كلمة منهج في هذه الحالات الثلاث . ففي الاعتقاد ان كلمة منهج اوسع مضمونا من كلمة طريقة . والصفات الثلاث السابقة (inductive, deductive, analytical) تبدو كأوصاف ثانوية لطبيعة البحوث الجيومرفولوجية مقارنة بالأوصاف الرئيسية كوصف البحث بأنه نظري ، أو عملي ، أو نظري عملي . ومن ثم فلهذه من المستحسن أن يقال الطريقة الاستقرائية الاستنتاجية وطريقة الفرض المسبق والطريقة التحليلية . هذا مع العلم بأن ذلك قد لا يكون مقنعا لغير الجغرافيين . والسبب في ذلك مرة أخرى هو عدم اتصاف بحوث أخرى كثيرة نظرية غير جغرافية بالطابع العملي الذي يشكل في نظرنا وصفا رئيسيا لطبيعة البحث أو الدراسة الجيومرفولوجية .

أما وسائل البحث فيقصد بها الاجراءات التفصيلية التي تتبع في خطوات البحث أو الدراسة وخاصة استعمال الادوات والاجهزة . وهناك من الوسائل ما يستعمل طوال مدة البحث . ومما يدخل ضمن الوسائل جميع ما سبق من كتابات وبحوث على أساس او مجموعة أسس مما هو متبع ، وكذلك تحليل الخرائط والصور الجوية ، وجمع بيانات ميدانية عن طريق الاجهزة ، والفحص المعمل للعينات ، واجراء التجارب والدراسات بالنماذج ، واستعمال أسس التحليل والتعبير الكمي . ومن الواضح أن وسائل البحث مصطلح أكثر تحديدا ووضوحا من بين المصطلحات الثلاثة .

والى جانب ما سبق ذكره فهناك بضع ملحوظات ينبغي ابرازها ، وهي :
١ - هناك كلمات افرنجية اخرى عديدة للكلام عن وسائل وطرق ومناهج البحث ولكنها أقل انتشارا مما أورد من قبل . من هذه المصطلحات مثلا مناهج أو طرق توصف بأنها qualitative (كيفية) ، أو empirical (تجريبية) ، أو rational (ذات منطق سببي) ، أو descriptive

(١) انظر « سمول » ، رقم ٣٧ ، ص ١٩٥ ، ١٩٧ .

(وصفية) • بل هناك تسميات للمناهج بحسب موضوع البحث أو مجاله مثل وصف المنهج بأنه ديناميكي dynamic أو توزيعي areal ، أو تعاقبي (تاريخي) chronological historical ، وغير ذلك من الاوصاف التي أوردها « سمول » مما ذكر منذ قليل •

٢ - من الممكن ان يسمى منهج البحث بما لا يتفق والتبسيط السابق وذلك بحسب اهم سمات البحث أو اهم الطرق أو الوسائل التي اتبعت • فيقال مثلاً منهج كمي (كما يقال طرق كمية) مع ان الجانب الكمي في الدراسة الجغرافية والجغرافية هو وسيلة بحث أو مجموعة وسائل وان كانت نظرية أو مكتبية • كذلك يمكن أن يقال منهج ميداني اذا كانت الدراسة الميدانية هي عماد البحث •

٣ - هناك من وسائل البحث كما المحنا من قبل ما يتبع فقط في جمع المادة، وهناك ما يتبع خلال اكثر من مرحلة ، وهناك ما يستخدم في المراحل الاخيرة فقط • فتحليل الخرائط الكنتورية والجيولوجية مثلاً يتم عادة في المراحل الاولى فقط بينما تحلل الصور الجوية في المراحل الاولى ثم يمكن الرجوع اليها اثناء وبعد الدراسة الميدانية • أما استعمال الكمبيوتر مثلاً ، والتمثيل الكارتوجرافي للنتائج فعادة ما يكون في المراحل الاخيرة • ويتوقف نوع وعدد وسائل البحث المختلفة ومراحل استخدامها على امور كثيرة من بحث لآخر بحيث لا يسهل عمل خطة زمنية تناسب جميع البحوث •

٤ - في البحوث الكبيرة كالرسائل العلمية من الممكن بل من المستحسن ان يتم الجمع بين اكبر عدد ممكن من وسائل البحث التي تزيد من المادة المتجمعة لدى الباحث ومن الوسائل التي تساعد على دقة التحليل • ويمكن أحياناً بل يكون مفضلاً أن يتم الجمع بين طريقة بحث ومنهج اقليمي أو موضوعي اقليمي فسي تنسيق المادة وعرضها للقارئ بصورة منظمة • ويفضل اختيار الطريقة التحليلية الى جانب اي من المناهج المذكورة لما لها من مزايا اكايدمية ، ولو أن ذلك فيه مجهودا اكبر •

٥ - اما في البحوث الصغيرة التي تتناول جانباً دقيقاً او ظاهرة جغرافية محددة فمن المتوقع ان تقل وسائل البحث نظراً لقلة التنوع وقلة التعقيد نسبياً • وعادة ما يكتفى بطريقة واحدة نظراً لصغر البحث وقصر الوقت المخصص له عادة • ويتوقف المنهج العام للبحث من حيث كونه نظرياً او عملياً او نظرياً عملياً على طبيعة الموضوع وامكانية ممارسة الجانب العملي • وفي ضوء ما تقدم فيمكن تعريف المنهج بأنه الطابع العام أو الرئيسي لكيفية الدراسة أو البحث • ونظراً للفتاوت بين الدراسات والبحوث من حيث مقياس الدراسة ووسائل البحث وطريقة عرض الدراسة والنتائج للقارئ ، فقد

ظهرت عدة مسميات للمناهج كما تظهر بعض التسميات الجديدة لمناهج البحث بتطور العلوم وطرق ووسائل البحث .

ومما ينبغي توضيحه أن البحث أو الدراسة من الممكن أن يوصف من حيث المنهج بأكثر من وصف . فيمكن القول مثلا منهج تحليلي كمي ، أو منهج تحليلي اقليمي ، أو منهج تحليلي تقسيمي ، أو منهج تحليلي تقسيمي كمي وهكذا . والحقيقة انه لم يعد من السهل وصف المنهج الذي يتبع في معظم الدراسات والبحوث الجغرافية بما في ذلك البحوث والدراسات الجغرفلوجية بوصف واحد في أغلب الحالات .

كما ينبغي أن نوضح أن ما كان يعرف بالمنهج الوصفي descriptive قد تلاشى تقريبا في الدراسات الجغرافية عامة والجغرفلوجية خاصة . ذلك أن مقدار التحليل والتعليل في أغلب الدراسات والبحوث ، وبخاصة ما يكرس لتبين العوامل أو المتغيرات التي ساهمت في ايجاد الظاهرة اصبح كافيا لالغاء الوصف بالمنهج الوصفي . وهذا لا يعني بطبيعة الحال أن يخلو البحث أو الدراسة من الوصف . فان الوصف هو الخطوة الاولى والاساسية فسي معرفة خصائص الظاهرة الجغرفلوجية . ولا عجب أن يكون الوصف كليا مثلا . أو كليا كرتوجرافيا .

ومن الواضح أن وصف منهج دراسة أو بحث جغرفلوجي ما بوصف معين قد يختلف فيه أكثر من شخص اختلافا ما نظرا لامكان اتصاف البحث أو الدراسة بأكثر من صفة . ولكن لا ينبغي أن يكون هناك خلاف على الصفة الاولى أو الغالبة للبحث أو الدراسة .

ومن الواضح أن معظم البحوث الجغرفلوجية تجمع عادة بين المنهج النظري والمنهج العملي . وليس في الامكان أن نتصور بحثا جغرفلوجيا نظريا صرفا أو بحثا عمليا صرفا الا فيما ندر . فبعض البحوث النظرية التي لا يبرز فيها الطابع العملي تقوم أحيانا على خلفية عملية قد لا تظهر في البحث مباشرة . وقد تكون هذه الخلفية مستقاة من ممارسات شخصية سابقة أو بالاطلاع . كذلك هناك من البحوث النظرية كالمعادلات الرياضية الطبيعية ، والنظم systems مما قد يكون ذا فائدة للجغرفلوجية ولكن هذه في الحقيقة ليست بحوثا جغرفلوجية من الطراز الاول ، وينبغي أن تقارن بالملاحظات الميدانية أو العملية المناسبة .

والى جانب هذا فمن الملاحظ أن معظم الدراسات الجغرافية بما في ذلك الدراسات الجغرفلوجية لا تخرج عن الوصف اما بأنها ذات منهج اقليمي أو ذات منهج تقسيمي topical, systematic . ولكن تضاف الى أي من

الوصفين عادة أوصاف أخرى بحسب أوضح سمات وطرق ووسائل البحث أو الدراسة التي اتبعت . ومما يذكر أنه يمكن الجمع بين المنهجين التقسيمي والاقليمي في دراسة لمنطقة واحدة . إذ يصعب على الباحث ، كما يصعب على القارئ ، تتبع الأوصاف والتحليلات المختلفة على أساس اقليمي قبل اعطاء جانب تقسيمي من الدراسة يتناول العناصر الجغرافية في المنطقة موضع الدراسة .

ولسنا بصدد الكلام عن جميع الأوصاف التي يمكن أن تضاف الى بعض الأوصاف السابقة . إلا أنه مما ينبغي توضيحه أن المنهج قد يوصف كوصف رئيسي أو ثانوي بحسب طريقة أو وسيلة البحث . ولهذا فقد شاع في العقدين الأخيرين ما يعرف أحيانا بالمنهج الكمي quantitative . وهو المنهج الذي تتبع فيه الوسائل الكمية في معالجة المنطقة أو العنصر مجال الدراسة . وهذا مما يوضح أنه يمكن اعطاء أكثر من وصف للمنهج المتبع . ذلك أن المنهج يمكن أن يوصف مثلا بحسب خطة الدراسة أو بحسب عرض الموضوع وكذلك بما يتخلله من طرق بحث منها الطرق الكمية .

ومن الغريب أنه لم يبرز جيدا ضمن تسميات المناهج في الجغرافية عامة وفي الجغرافية خاصة ما يصح تسميته بالمنهج الميداني ولا حتى المنهج العملي على غرار تسميات أخرى كالمنهج الاستقرائي على سبيل المثال . فإذا كان البعض قد وصف بعض الدراسات بحسب إحدى طرق البحث وهي مجموعة الوسائل الكمية فمن الأولى أن يوجد وصف هو المنهج الميداني ، فالدراسة الميدانية ليست موضوعا دراسيا ولكنها استعمال مجموعة من وسائل وطرق البحث قد تتضمن بعض الطرق الكمية ذاتها . وقد يقول قائل أنه قياسا على ذلك يمكن أن توجد تسميات أخرى للمنهج مثل « المنهج المكتبي » ، والحقيقة أنه يمكن - في نظر الباحثين - استعمال مصطلح المنهج المكتبي ليهدف الى الشق النظري من مراحل البحث الجغرافي فيما سميناه بالمنهج النظري منذ قليل . وإذا لم يكن ذلك مناسباً فلمه يمكن استعمال هذه المصطلحات كأوصاف ثانوية على الأقل في الدراسة الجغرافية بوجه خاص . ومن الصحيح أن هذا التمييز بين ما يمكن أن يكون بحثا ذا منهج مكتبي وآخر ذا منهج ميداني ليس مطلوباً وليس واضحا في الدراسات التي لا تلتزمها دراسات ميدانية . ولكن هذا مطلوب وواضح في الدراسة الجغرافية .

ومما يذكر أنه يمكن أن يدخل مصطلح آخر هو « المنهج العملي » ، وكذلك « منهج النماذج » في تسميات مناهج الدراسة الجغرافية . وذلك امتدادا أو تفرعا لما يعرف بالمنهج التجريبي empirical, experimental

ولعله من المهم أن يذكر أن المنهج الذي يمكن اتباعه في أي دراسة جمرفلوجية يتوقف على أبعاد الموضوع ، والبيانات المتاحة ، وسائل البحث التي يمكن اتباعها . وليس في الامكان تحديد المنهج والطرق والوسائل التي ينبغي اتباعها في كل من الدراسات والبحوث المختلفة . ولعله من المناسب هنا أن نقنول بايجاز بعض المسميات الهامة للمناهج أو طرق البحث ثم نورد بعض الملحوظات التي يمكن أخذها في الحسبان بقدر الامكان .

هناك ثلاثة مسميات تقليدية يستحسن التوسع فيها قليلا هي ما يعرف بالمنهج أو الطريقة الاستقرائية الاستنتاجية inductive ، ومنهج أو طريقة الفرض المسبق deductive والمنهج أو الطريقة التحليلية analytical . ونود التوسع حول هذه الطرق الثلاث نظرا لانها طرق تنتشر بين كثير من الدراسات من ناحية ، ولانها ذات صلة مباشرة بالبحث عن السبب والاصل genesis من ناحية ثانية مما له أهمية بالغة في البحث الجمرفلوجي بوجه خاص .

وفيما يتعلق بالطريقة الاستقرائية الاستنتاجية فيقصد بها أن تسلسل الحقائق العلمية بترتيب منطقي بحيث تؤدي كل حقيقة الى فهم ما يليها . فنصل في النهاية الى نتيجة ما . وتستخدم الملحظات الميدانية وغير الميدانية والخبرة أثناء المناقشة بحيث تتجمع الحقائق والملاحظات في تسلسل يؤدي الى الخروج بالنتيجة . وتعتبر هذه الطريقة من المعالجة طريقة لا بأس بها اذا قامت على ملحظات ميدانية وفيرة جدا وخلفية علمية مناسبة مع عدم التحيز الى فرض مسبق . وتصلح هذه الطريقة في المناقشة المختصرة أو الموجزة للبحوث الجمرفلوجية المعقدة ومتوسطة التعقيد مثل بعض جوانب التعاقب الجمرفلوجي . ويمكن اتباعها ايضا في الكتيب الدراسية الخاصة بالعالم أو بمناطق شاسعة حيث لا يلزم التحليل بالتفصيل الذي قد يؤدي الى ضخامة الكتاب .

الا ان هناك من البحوث بهذه الطريقة ما خرجت بنتائج لا يوافق عليها آخرون ، وتكمن الأسباب الرئيسية لذلك في قلة الملحظات الميدانية والبيانات الأساسية الكافية ، أو الخطأ في بعض هذه الملحظات والبيانات ، أو التحيز لفكرة أو فرض شخصي . ويدخل ضمن هذه العراقيل ايضا قلة وسائل البحث المناسبة .

أما الطريقة الثانية وهي ما يمكن تسميتها بطريقة الفرض المسبق (أو طريقة الاستدلال القياسي) فهي تقوم على تصور مبدئي بأن ما حدث أو ما يوجد

في منطقة ما هو شبيهه او مطابق لنظام معين او يوافق نظرية معينة . وهكذا بعد جمع البيانات المختلفة والملاحظات الميدانية تقارن هذه البيانات والملاحظات بتفصيلات الفرض المسبق لقياس مدى توافقهما او انطباقهما . ولكن عادة ما يبقى الفرض المسبق متحكما في المناقشة بحيث ينتهي الباحث الى اثبات او محاولة اثبات التوافق بين ما هو موجود وما هو مفترض اصلا .

وقد استعملت هذه الطريقة على يد كثير من الجمرفلوجيين وفي مقدمتهم « ديفز » W. M. Davis الذي اتصفت كتاباته بهذا الوصف . ففي الدورة الجغرافية التي اقترحها توجد سمات القياس بدورات تحدث في مظاهر اخرى غير جمرفلوجية . وهو قد استنتج التتابع النظري للحوادث ابتداء من سطح اولى مفترض ، ثم بحث في اشكال اللاندسكيب عن امثلة للمراحل المختلفة وما يرتبط من تفصيلات بكل منها ليؤكد نظرية الدورة بمراحلها . ومع ذلك فلا تخلو بعض كتابات « ديفز » من سمات الطريقة التحليلية .

ومن الواضح ان هذه الطريقة اذا كانت تصلح نسبيا في البحوث والدراسات العامة التي تتناول مناطق شاسعة او ظاهرات كبرى فانها لا تناسب البحوث التفصيلية . ففي البحوث او الدراسات العامة او واسعة النطاق لا مانع من ان يترك للخيال والخبرة بعض المجال وخاصة في ظروف قلة الملاحظات الميدانية نسبيا . اما في الدراسات او البحوث التفصيلية فمن المفيد جدا ان تكون الملاحظات الميدانية والبيانات الاساسية الاخرى عن المنطقة او الظاهرة موضع البحث هي ما يتحكم في التحليل وفي الخروج بالنتائج .

ولعله من الواضح ان الطريقتين السابقتين تشتركان في احد العيوب وهو ان النتيجة التي يتم التوصل اليها هي احتمال واحد او فرض واحد . ويلاحظ ان الطريقة الاولى افضل نسبيا من الطريقة الثانية نظرا لان الملاحظات والبيانات الاساسية هي التي تحكم المناقشة والخروج بالنتيجة . اما في الحالة الثانية فمن المرجح ان الفرض المسبق يتحكم او يؤثر على الأقل في البيانات والملاحظات التي تجمع وفي سير المناقشة تبعا لذلك . فمن الواضح انه يحدث تحيز في مراحل البحث بما يوافق الفرض المسبق .

اما الطريقة الثالثة وهي الطريقة التحليلية analytical فتتلخص في جمع الملاحظات والحقائق المختلفة ، ثم تنسيق هذه الملاحظات والحقائق مع اجراء مناقشة استنتاجية منطقية في سياق هذا التنسيق ، او فيما بعد عرض جميع الحقائق والملاحظات مع الاشارة اليها . وفي مجرى المناقشة تقارن الملاحظات والحقائق بالاستنتاجات المنطقية لتبين مقدار التوافق بين الملاحظات والحقائق من

ناحية والاستنتاجات من ناحية اخرى . وفي هذه الاثناء قد يتطلب الحال ان يبحث عن حقائق جديدة وملاحظات اخرى للفصل بين احتمالين او اكثر ، من الاحتمالات او الفروض التي اخذت تزداد رجحانا ، وفي النهاية يبرز الاحتمال او الفرض الاكثر احتمالا ، ولكن قد يكون هناك اكثر من فرض او احتمال مرجح .

وتعتبر هذه الطريقة افضل الطرق الثلاث من حيث الدقة وقلة التحيز الشخصي . ولكنها اكثر الطرق الثلاث صعوبة . وتكمن هذه الصعوبة في ان الباحث عليه ان يتبع كل ما يعرض له من سبل ممكنة لجمع اكبر قدر من الحقائق والملاحظات الاساسية وللتوصل الى الفروض او الاحتمالات المختلفة . ثم عليه ان يرجح بعض هذه الفروض او الاحتمالات في ضوء كثرة وقوة ما يعضدها من حقائق . ومن الطبيعي ان بعض ما يسلكه الباحث من خطوات البحث قد لا تناسي بفائدة او نتيجة مباشرة او محددة ، وكذلك فان هذه الطريقة تؤدي الى زيادة طول الوقت اللازم لانجاز البحث من ناحية وكثرة الكتابة والرسوم التي تعرض للقارئ من ناحية اخرى .

والى جانب هذه المسميات الثلاثة التقليدية السابقة فلعله من المستحسن ان نعرض بايجاز الى طريقة (او منهج) النظم systems التي طالب البعض حديثا بادخالها للبحث الجمرقولوجي . وفكرة النظام هي في الاصل فكرة في علم الطبيعة لها بعض التطبيقات الهندسية والطبيعية . وقد قدم « ١٠ ن . ستريلر A. N. Strahler » هذه الفكرة للجمرقولوجيين في سياق ما سعى اليه من نشر للوسائل الكمية في البحوث الجمرقولوجية . ثم توسع « رتشارد تشورلي R. Chorley » ، وهو احد تلامذة « ستريلر » ، في المفاداة باستعمال الطرق الكمية بما في ذلك الاهتمام بطريقة النظم . ونلمح بعد قليل الى بعض الميزات وبعض المآخذ على الوسائل الكمية عامة ، ولكن هنا نستطرد قليلا في ما يختص بفكرة النظام .

والنظام هو مجموعة من العناصر او الاشياء التي ينظر اليها مجتمعة من خلال دراسة علاقة كل منها بالآخر بوسائل رياضية . والامثلة التي يمكن ان نوردتها من الجمرقولوجية غير قليلة . ويشير من ادخلوا هذه الفكرة الى امثلة مختلفة للنظم الجمرقولوجية مثل الحوض النهري ، والمجرى النهري ، والدلتا النهرية ، والمروحة الغرينية ، والنطاق الساحلي وغيرها . فكل من هذه الاشكال الجمرقولوجية بتفصيلاتها والعوامل المختلفة التي تؤثر فيها ، وقد تتأثر بها ، يعتبر نظاما .

ويميز المهتمون بهذه الطريقة او الفكرة بين نوعين من النظم : النظام المغلق والنظام المفتوح . والفرق بين النظامين ان حدود النظام المغلق واضحة ، ولا

تخرج « المواد او الطاقة » عن هذه الحدود ، على غير ما هو الحال في النظام المفتوح الذي له ايراد (او داخل) input ومنصرف (او خارج) output . ويشبه البعض الدورة الجغرافية التي اقترحها « ديفز Davis » ، بالنظام المغلق نظرا لان لها بداية ونهاية واضحتين . فالبداية ارتفاع في سطح الارض لا تحدث اثناء تعرية هامة تتوفر معه الطاقة القصوى ، ثم تأخذ التضاريس والطاقة في القلة تدريجيا حتى تصبح الطاقة اقل ما يمكن في نهاية الدورة . ومع انه يمكن ان تحدث زيادة مؤقتة في الطاقة نتيجة للتجديد فان هذا يعتبر ضمنا مؤقتا . والحالة الوحيدة التي تمثل التعادل equilibrium الحقيقي فسي هذا النظام المغلق هي نهاية الدورة عندما يتكون السهل التحاتي .

اما النظام المفتوح فتتجدد فيه الطاقة مع ازالة المادة باستمرار . ويتحقق التعادل عندما يتساوى دخول وخروج الطاقة وعندما تتنيز المنطقة بالتوافق او الانضباط adjustment مع كمية الطاقة التي تمر . وينعكس هذا التوافق او الانضباط في ابعاد وخصائص المنطقة او الشكل موضع الدراسة . كما يتحقق ما يعرف بالتعادل الديناميكي dynamic equilibrium عندما تتميز الخصائص او العناصر التفصيلية بالانضباط او التوافق مع القوى التي تؤثر في تلك الاشكال .

ويمكن ان يؤخذ المجرى النهري stream channel كمثال للنظام المفتوح ، فالمجرى تتمثل فيه عدة متغيرات مثل التصريف ، وخصائص الحمولة ، وخصائص القاع ، وانحدار القطاع الطولي . ويضبط النهر بنفسه عددا قليلا فقط من هذه المتغيرات . واكثر هذه المتغيرات أهمية واكثرها انضباطا هي الخصائص التفصيلية للقطاع bed التي تتغير بصورة أسهل من تغير انحدار القطاع الطولي . مع ملاحظة ان هذا هو الآخر يمكن ان يعدل بمرور الوقت ، وكذلك الحال بالنسبة لحجم الحمولة . اي ان هناك عوامل او متغيرات اخرى لا تدخل مباشرة ضمن المجرى كنظام تؤثر في القطاع الطولي والحمولة . وهكذا فان قاع المجرى يصبح منضبطا adjusted ازاء المتغيرات التي تتحكم فيه ، ويصل الى حالة من التوازن الديناميكي بحيث يتغير بالمتغيرات الهامة في الضوابط المؤثرة (١) .

والواقع ان ادخال فكرة النظام كطريقة او منهج للبحث او الدراسة الجيومرفولوجية على يد « ستريلر » ثم « تشورلي » مبعثه محاولة جعل الجيومرفولوجية ذات منهج بحث كمي . ويواكب هذا الاتجاه ويقويه الاهتمام بدراسة العوامل والعمليات agent & processes دراسة عملية وخاصة بالنماذج models

(١) راجع « كنج » ، رقم ٢٩ ، ص ١٨ - ١٩ .

وميدانية وخاصة بالقياسات ، الى جانب الدراسات النظرية الكمية على غرار بعض دراسات « باجنولد Bagnold » و « كوشلين كنج » وغيرهما . فقد ساعدت هذه الدراسات على تعضيد الجانب الكمي كوسيلة بحث ، وعلى محاولة ادخال طريقة النظام في البحث الجمرفلوجي .

ولسنا الآن بصدد نقد موسع لاتباع طريقة النظام في الجمرفلوجية . ولكن مما ينبغي التلميح اليه باختصار ان كثيرا مما يقال في نقد الوسائل الكميّة مجتمعة يمكن قوله عن النظام . بل يتضح لنا ان ما يقال مثلا عن ان ما يوصف بالنظم الجمرفلوجية هي في أغلبها نظم مفتوحة ، هو قول غير سليم . فهذا حكم مسبق على النظم الحقيقية . ولا يصح ان نحكم بذلك قبل الوقوف على العناصر « والمتغيرات » الفعلية في كل نظام حقيقي . ويمكن القول بعبارة اخرى ، اذا كانت الجمرفلوجية تعاني من غموض كثير من الحوادث والعمليات والتعقيد في الاشكال فكيف يمكن ان نفكر الى تعميمات كوصف الاشكال او الاقاليم الجمرفلوجية بانها نظم ، وانها من النوع المفتوح او من النوع المغلق ؟ فهذا يذكرنا بالهجوم الذي يشنه البعض على المنهج الديفيزي من حيث انه يدخل تحت ما يوصف بمنهج الفرض المسبق deductive . فالافتراض ان الاشكال او الاقاليم الجمرفلوجية هي نظم مفتوحة او مغلقة قبل الامام بالقدر الكافي من البيانات الميدانية وغير الميدانية المتنوعة يدخل طريقة (او منهج) النظام تحت منهج الفرض المسبق مهما كانت كمية .

وفضلا عن ذلك فان ما يوصف « بالنظام الجمرفلوجي » سواء كان مفتوحا او مغلقا من المفروض ان تكون له حدود طبيعية . وان وضع حدود لكثير مما يؤخذ كنظم ، يبدو امرا تعسفيا ويذكرنا كجغرافيين بمشكلة وضع حدود للأقاليم . ونذكر في هذا السياق ان الحوض النهري مثلا يؤخذ كنظام ، وفي نفس الوقت يمكن اعتبار المجرى الرئيسي أو أي مجرى آخر بالحوض نظاما هو الآخر . أي ان النظم تتداخل كالأقاليم ربما بعلاقات أكثر غموضا وتعقيدا . ونلمح بعد قليل الى بعض ميزات وعيوب الوسائل الكمية وينسحب معظمها على طريقة النظام هذه .

اما الملحوظات التي يمكن اخذها في الحسابان في كثير من البحوث الجمرفلوجية فهي بشيء من التوسع ما يأتي :-

١- يمكن اتباع مبادئ المنهج الاقليمي في الدراسة الجمرفلوجية اذا كانت هذه الدراسة تتناول منطقة مرموقة المساحة وتشير البيانات الاولية التي تميزها بحيث يمكن اعتبارها اقليما جمرفلوجيا خاصا على الاقل . كما يمكن اتباع هذا

المنهج في دراسات مساحات أوسع كاجزاء من الدول أو الدول ، أو حتى العالم اذا توفرت بيانات كافية لاجراء بعض التصنيفات الاقليمية .

ومع هذا فمما يذكر انه كلما اتسعت منطقة الدراسة فينبغي توقع الصعوبات واوجه النقص التي تواجه الدارسين وبخاصة بالمنهج الاقليمي . من هذه الصعوبات مثلا وجود حدود سياسية تقطع امتداد بعض الاقاليم . ومن المعروف ان الخرائط اللازمة والبيانات الرسمية التي قد تفيد في هذه الدراسة قد يتيسر الحصول عليها بالنسبة لدولة ما بينما يصعب الحصول عليها من دولة مجاورة . كذلك من الصعوبات الاساسية في دراسات المناطق الواسعة انه عند التصنيف الاقليمي يجد الباحث بعض الصعوبة اذا تضمنت مبادئ تقسيمه جانبا او جوانب تتعلق بأصل الاشكال او المظاهر التي يقوم عليها التقسيم . ذلك ان كثيرا من المبادئ الجيومرفولوجية ما زالت موضع نقاش ، فضلا عن امكانية الوقوع في اخطاء حول اصل وتطور المظاهر والاشكال موضع الدراسة .

والحقيقة ان هذه المشكلة ابرز ما توجد في الجيومرفولوجية . فقد نجحت بعض التقسيمات الاقليمية القائمة على اساس مناخية ، او مناخية ونباتية ، او سكانية مثلا ، نظرا لوضوح البيانات التي يقوم عليها التقسيم ولتوفر هذه البيانات والاتفاق عليها الى حد كبير . هذا على حين ان ذلك لا يتوفر في البيانات والدراسات الجيومرفولوجية .

٢- اذا كانت الدراسة تتناول جيومرفولوجية احدى المناطق الصغيرة نسبيا فينبغي على الباحث ان يقوم بعمل دراسة ميدانية كثيفة بقدر استطاعته . فالدراسة الميدانية اذا لم تكن ممكنة بالنسبة لدراسات المناطق الواسعة فهي ممكنة وضرورية بالنسبة للمناطق الصغيرة . وتكمن هذه الضرورة في ان الدراسات الميدانية تثمر عادة عن بيانات جديدة يعتمد عليها اكثر ما دامت المنطقة لم تدرس من قبل بنفس الاهتمام وبالوسائل المتوفرة .

ومن الصحيح ان كثيرا مما تثمر عنه اغلب الدراسات الميدانية يختص بمنطقة الدراسة ذاتها وقد لا يؤدي الى تعديل او تغيير فروض او افكار سابقة عن المنطقة وما شابهها . الا ان هناك من الدراسات ما يمكن ان تضيف جديدا عن المنطقة وعن مناطق مجاورة او حتى بعيدة . وعادة ما تكون نتائج الدراسات الميدانية الكافية اساسا طيبا للدراسات المقارنة . ومن الواضح ان هذه الدراسات المقارنة لا تساهم فقط في التعرف على مقدار التشابه والاختلاف بين منطقتين وانما هي كذلك من دعائم الدراسات الاقليمية واسعة النطاق .

٢- يمكن احيانا اتباع الوسائل الكمية في الدراسة الجمرفلوجية لمنطقة ما او لموضوع ما . وقد اصبح هناك ما يعرف بالمنهج الكمي . فقد تطور استعمال الوسائل الكمية تطورا كبيرا واستحسنها البعض كثيرا مما ادى الى اطلاق وصف المنهج الكمي عند اتباع مجموعة الوسائل الكمية التي يمكن اتباعها في بعض الدراسات الجمرفلوجية . بل ان اتباع جانب من هذه الوسائل قد وصف بمنهج النظم ، systems approach ، في عنوان ثانوي ل احد كتب الجغرافية الطبيعية (١) ، ذلك المنهج الذي سبق الكلام عنه .

وبغض النظر عما اذا كان من الصواب اطلاق كل هذه الاوصاف على كلمة منهج فان استعمال الوسائل الكمية أصبح مفضلا لمسيرة الاتجاه الغالب في دراسة بعض الجوانب الجمرفلوجية . الا ان ذلك لا يعني امكان استعمالها في كل التفاصيل او حتى في بعض الموضوعات الاساسية . كما ان ذلك لا يعني بالضرورة سلامة الخطوات والنتائج في كل الموضوعات التي تعالج كليا . والواقع ان اهم تأثير او نتيجة لاستعمال الوسائل الكمية في البحوث الجمرفلوجية هو زيادة تأكيد وتلخيص ما هو صحيح وما هو خطأ في البحث .

ومما ينبغي توضيحه ان البيانات اللازمة لاجراء التحليلات الكمية هي بيانات رقمية عن كل من موضوعات الدراسة الجمرفلوجية . ويمكن في كثير من الحالات توفير بعض البيانات عن الجوانب البنوية ، او عن تفاصيل الشكل ، او عن عوامل وعمليات التعرية . الخ . ومن اهم مصادر هذه البيانات الرقمية اللازمة للوصف والتحليل والاستخلاص الكمي ، الخرائط التفصيلية ، والصور الجوية والقياسات الميدانية . هذا فضلا عن بعض البيانات الرقمية المناخية والهيدرولوجية والجيولوجية ، التي قد تكون متوفرة .

ومن الجدير بالذكر ان دراسات النماذج models قد اخذت في الازدياد بهدف دراسة تأثير بعض عوامل وعمليات التعرية بصفة خاصة . وبغض النظر عن صعوبة تمثيل العوامل والعمليات وشكل سطح الارض عن طريق النماذج تمثيلا مقنعا فان كثيرا من نتائج هذه الدراسات يمكن اخذها كدليل على وجود عامل وعمليات مشابهة نسبيا في منطقة الدراسة . ومما تفيد فيه هذه النماذج استخلاص بعض القواعد الطبيعية التي قد تؤدي الى تعديل بعض المبادئ او الافكار السابقة . ومن الواضح انه يمكن ادخال دراسات النماذج ضمن المنهج الكمي او على الاقل ضمن الوسائل الكمية التجريبية ، كما انه لا مانع من تسمية ذلك بمنهج النماذج .

(١) تشورلي ، وبريارا كينيدي ، رقم ٢٣ .

وقد سبق القول انه يمكن استعمال الوسائل الكمية فسي بعض المباحث او الدراسات وليس في كلها . ومن أهم اسباب ذلك انه ليس من السهل توفير البيانات الرقمية الكافية الا لقليل من نقاط البحث او الدراسة . ومن ناحية ثانية فليس هناك اتفاق تقريبا على برامج او طرق محددة تعالج كلا من الموضوعات المختلفة . هذا مع استثناءات قليلة اهمها تحليل شبكات التصريف المائي ، والتحليل الهيسومتري والكليوجرافي وغيرها مما يعتمد على الخرائط الكنتورية التفصيلية ، ثم تحليل المنحدرات (السفوح) . وهناك فرصة لاتباع بعض الطرق الكمية في تحليل هذه الموضوعات . وبايجاز يمكن القول انه يصح للمباحث ان يختار من الوسائل الكمية المختلفة ما يناسب بعض نقاط بحثه . ولكنه ليس عيبا الا يتبع ايا منها عندما يجد انه لا توجد امكانية لتطبيق وسيلة كمية مناسبة ، او يعتمد على نتائجها .

وفي نهاية الكلام عن الوسائل الكمية فلعله من المستحسن ان نورد بعض حسناتها وبعض مآخذها . فمن حسنات اتباع هذه الوسائل ما يأتي :

١ - التعبير الرقمي اكثر تحديدا من التعبير عن الكم بالتقريب . فالنسبة المئوية مثلا او القيم الاحصائية كالتوسط والموالات والانحراف اذق تعبيراً مما لو قلنا « قليل » او « بعض » او « كثير » او « كثيراً جداً » ، الخ . ويفيد التعبير الرقمي المحدد في أخذ فكرة محددة عن العنصر الجغرافي موضوع الاهتمام

ب - تفيد الوسائل الكمية في اجراء مقارنات اكثر دقة في بعض الجوانب من المقارنات اللفظية . ومن المعروف ان المقارنة من أهم ما يعني به الجغرافي . ومن الطبيعي ان تكون المقارنة الرقمية فضلا عن دقة مدلولها ذات فائدة في اختصار او ايجاز المقارنة .

ج - تفيد الوسائل الكمية في تقوية صلة الجغرافية ببعض الفروع العلمية الطبيعية الاخرى التي تستخدم هذه الوسائل . وهذا مما يعمد البحوث والكتابات الجغرافية بمقاييس وتعبيرات كمية تفيد على نحو ما ذكر في النقطتين السابقتين ، فضلا عن سرعة متابعة الجغرافية لنتائج الدراسات الطبيعية الاخرى في علم المياه ، والطبيعة ، والكيمياء وغيرها .

ولكن هناك بعض المآخذ على اتباع الوسائل الكمية في الجغرافية منها ما يأتي :

١ - التعبير الرقمي الذي نخرج به من تحليل كمي بطريقة ما يوحي بالدقة على حين ان ذلك قد لا يتوفر في كل الحالات . فالارقام الاساسية التي تقوم عليها المعالجة الكمية قد تكون تقريبية بل قد تتضمن بعض الاخطاء .

ب - الوسائل الكمية لا تعطي في حد ذاتها تفسيراً للظواهرات او العناصر المعنية . فمن الصحيح انها قد تشير الى وجود ظاهرة او خاصية معينة ولكنها لا تشير الى اسباب حدوث او وجود تلك الخاصية . وعلى الباحث ان يحاول بما اوتي من اساسيات البحث الاخرى ومن خلفية علمية ان يجد التفسيرات المرجحة لهذه الظاهرة او الخاصية .

ج - يلاحظ انه قد يحدث خطأ اثناء التحليل او التعبير او المقارنة الكمية . وهناك عدة اسباب لذلك، من بينها قلة الامام نسبياً بالاسس الرياضية والاحصائية بيننا نحن الجغرافيين . ومن بين الامثلة التي تشير الى احتمال الخطأ حساب كثافة التصريف النهري دون ادخال مقياس رسم الخريطة في الحساب . كذلك عدم كتابة كثافة التصريف على النحو الصحيح وهو مثلاً $5 \text{ كم} / 1 \text{ كم مربع}$ ، او كذا ميل / ميل مربع وهكذا (١) . كذلك فان هناك من حالات الارتباط ما يكون ارتباطاً مزيفاً (٢) . فعلى سبيل المثال قد تجد ارتباطاً بين خاصيتين مع ان اياً منهما لا تؤثر في الاخرى ، على حين ان كليهما تتأثران بعنصر او خاصية ثالثة او حتى مجموعة عناصر او خواص . مثال ذلك ارتباطاً بزيادة كثافة التصريف في الحوض النهري بارتفاع مراتب المجاري النهرية . ومن الواضح ان الكثافة ليست سبباً في رفع المراتب كما ان ارتفاع المراتب ليس سبباً في زيادة الكثافة . والواقع ان كليهما يتأثر بمجموعة متغيرات اخرى . الخ .

٤ - عوامل وعمليات التعريشة شق رئيسي من الدراسة او البحث الجيومورفولوجي . وما نود تأكيدنا هنا انه لا يمكن ولا يصح في حالات كثيرة ان تهمل دراسة العامل او تفصل عن دراسة العمليات التي يقوم بها . فمثلاً دراسة الرياح السطحية من حيث سرعتها بحسب الاتجاهات المختلفة جانب اساسي

(١) اذا كتبت الكثافة $1/5$ مثلاً فهذا يعني انها يمكن ان تكون $5 \text{ كم} / 2 \text{ كم}^2$ او $5 \text{ ميل} / 2 \text{ ميل}^2$ او غير ذلك . وهذه النسبة غير متساوية في الحالتين لان الميل المربع يبلغ نحو 2.5 كم^2 على حين ان الميل الطولي يبلغ فقط نحو 1.6 كم .

(٢) عماد الدين سلطان ، رقم ١٥ ، ص ٢٢٥ - ٢٢٦ .

لتفهم العمليات المرتبطة بذلك • ولا تقتصر دراسة سرعة الرياح من الاتجاهات المختلفة على توضيح أو تفسير بعض عمليات النقل والنحت والارساب التفصيلي للحبيبات الرملية • بل ان ذلك يساهم ايضا في تفسير توزيع الاشكال الرملية المختلفة والاسطح الصخرية العارية وغير ذلك من المظاهر واسعة النطاق •

كذلك فانه لا يسهل تبين كثير من عمليات التفكك الصخري دون دراسة للمدى الحراري اليومي والسنوي ، ومرات انخفاض الحرارة الى ما دون الصفر المئوي حيث تساعد الظروف على تكون الصقيع • ومن البديهي انه لا يمكن تفسير العمليات التي يقوم بها نهر ما سواء كانت عمليات نحت أو نقل أو ارساب الا اذا تضمنت الدراسة ما يتعلق بقدرة النهر ومائتيه وشكل قطاعه الطولي وقطاعاته العرضية • الخ • الا انه مما ينبغي ذكره ان الدراسة يجب ان تركز على خصائص العامل التي تؤثر في طبيعة العمليات بحسب ما هو معروف بالخبرة ومن دراسات اخرى • ولا يستحسن ان تكون الدراسة شاملة لا أهمية لبعض جوانبها في شرح العمليات التي ترتبط بعامل التآكل مثال ذلك علاقة الحرارة بالضغط أو الرطوبة النسبية مثلاً ، فهذه جوانب لا أهمية لها في الدراسة الجيومورفولوجية عادة •

ثالثاً : أوضاع عمل الوسائل العملية الحديثة

ينقسم البحث الجمرقولوجي ككثير من البحوث الجغرافية والجيولوجية من حيث وسائل البحث الى شقين : شق مكتبي وآخر ذي طابع عملي . وما نهتم بمعالجته هنا تلك الوسائل التي توصف بأنها عملية وهي :

- ١ - تحليل الخرائط ، والصور الجوية .
- ٢ - الملاحظات والقياسات الميدانية .
- ٣ - جمع العينات وتحليلها .
- ٤ - دراسات النماذج models والتجارب العملية .

وقبل التفصيل في هذه الوسائل الاربعة فمما ينبغي ان يذكر هو ان الوسيلة الثالثة مما سبق هي وسيلة ميدانية معملية . اي انه يمكن الكلام عن اختيار العينات وجمعها عند الكلام عن الوسيلة الثانية ، ولكن روي ان تناول ما يتعلق بالعينات وتحليلها في موضوع واحد هو اكثر تسهيلا للقارئ . كذلك ينبغي ان نوضح انه قد يحدث تركيز على احدى هذه الوسائل او بعضها تبعا لطبيعة الموضوع والهدف من الدراسة . بعبارة اخرى توجد نقاط بحث تعتمد فقط على احدى هذه الوسائل او بعضها . بينما ينبغي الاعتماد على هذه الوسائل الاربعة او الثلاث الاولى على الاقل في بعض الدراسات الاقليمية الضيقة وخاصة في حالة تنوع اشكال السطح والعوامل والعمليات التي اشتركت في تشكيلها . اما في الدراسات التي تختص بمساحات شاسعة فلا يتيسر عادة اتباع كل هذه الوسائل وخاصة لباحث واحد . ولكن لا مانع بطبيعة الحال من ابداء ملاحظات او عمل دراسات جمرقولوجية جزئية باستعمال وسائل مناسبة كصور سفن الفضاء بما في ذلك الاستشعار من بعد ، والخرائط الطبغرافية والجيولوجية صغيرة المقياس نسبيا . وقد تأتي هذه الوسائل بنتائج لها اهميتها ايضا خاصة اذا كانت تساندها دراسات مكتبية وخلفية جمرقولوجية مناسبة .

١ - تحليل الخرائط والصور الجوية

يعد تحليل الخرائط الكنتورية والجيولوجية وفحص زوجيات الصور الجوية من أهم وسائل البحث الجيومورفولوجي . ويعتبر ذلك ضرورة في دراسة أشكال السطح في المناطق صغيرة المساحة . وبهنا هنا توضيح أهم ما يتعلق بتحليل الخرائط والصور الجوية في دراسات المناطق الصغيرة . ويقتصر الكلام بالنسبة للصور على زوجيات الصور العادية القابلة للفحص بالمجسم stereoscope . أما صور سفن الفضاء العادية وصور الاستشعار من بعد فلن نعرض لها هنا .

فاذا افترضنا أننا بازاء دراسة تتناول جميع الجوانب الجيومورفولوجية لمنطقة ما فينبغي اتباع كل ما يمكن للاستفادة عن النحسو الاكمل من الخرائط والصور . وفيما يلي مجموعة من الخطوات التي قد تصلح لكثير من الدراسات وهذه الخطوات هي :

١ - تحدد المنطقة موضع الدراسة تحديدا واضحا على أساس تضاريسي أو تضاريسي - جيولوجي بالاستعانة باللوحات الكنتورية والجيولوجية المتاحة . وهناك من المناطق ما يسهل تحديدها نسبيا كاحواض التصريف المائي والسلاسل الجبلية ، والمنخفضات التضاريسية ، والسهول الساحلية . بينما هناك مناطق يصعب نسبيا وضع حدود لها أو توضع لها حدود تعسفية .

ب - تفحص اللوحات الكنتورية فحصا عينا جيدا وتقارن بالخريطة أو اللوحات الجيولوجية مقارنة دقيقة . ويمكن في بعض الحالات عمل خريطة كنتورية جيولوجية اذا تساوت اللوحات الكنتورية والجيولوجية فسي مقياس الرسم ، أو بعد تكبير أو تصغير احدهما لتطابق الاخرى . ومن هذا الفحص وبناء على الخلفية الجيومورفولوجية العامة للباحث ، والقراءات الجيولوجية لما توفر من تقارير أو بحوث سابقة يمكن في العادة التعرف على بعض أشكال السطح البنيوية أو المتأثرة بنيويا . ومما ينبغي ذكره ان كثيرا من اللوحات الجيولوجية لا تحتوي على درجة واتجاه الميل مما يستلزم معرفته بصفة مبدئية من التقارير المتاحة ومن الصور الجوية . ولكن هذا لا يغني بطبيعة الحال عن ضرورة قياس درجات الميل واتجاهه اثناء الدراسة الميدانية في مواضع كافية تغطي منطقة الدراسة . ومن الاشكال التي يمكن تصنيفها بصفة مبدئية بعض الاشكال المتأثرة بنيويا كما المحنا مثل منحدرات خطوط الانكسار ، والصواف الفقرية ، وظهور الخزائير (الهجباكات hogbacks) والكوستات

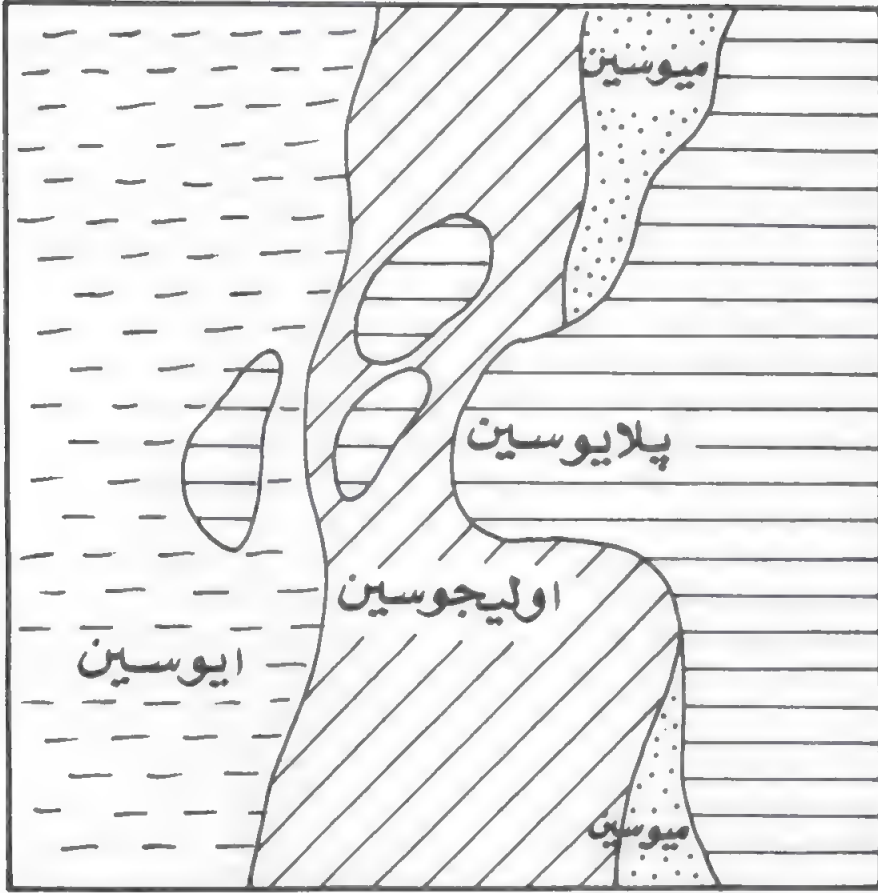
والمدرجات البنويوية الضخمة • والفصيلات outliers • الخ •
كذلك يمكن تبين بعض انواع المجاري النهرية مثل الانهار التابعة ، والتالية ،
والعكسية ، والتابعة الثانوية • الخ • وتحقق مقارنة الخريطة الكنتورية
بالجيولوجية اقصى فائدة لها في المناطق شديدة التأثير بنيويا ، ويمكن عمل
خريطة او اكثر لتوزيع هذه الاشكال الرئيسية ذات التأثير البنويوي •

وتنبغي الافادة اقصى ما يمكن من الخريطة الجيولوجية وما قد يصاحبها
من تقارير • ففضلا عما سبق يمكن ان يصادف الباحث مثلا ما يشير الى وجود
سطح او اكثر لعدم التوافق unconformity • ذلك انه اذا وجد تخطي
overlapping في جزء او اكثر من المنطقة فهذا يعني احتمال
وجود سطح عدم توافق مما ينبغي البحث عنه وعن خصائصه اثناء الدراسة
الميدانية • ويوضح شكل (٢) مثلا للتخطي والاجزاء التي يحتمل ظهور عدم
التوافق بها • ويظهر في هذا الشكل ان البلايوسين يتخطى الميوسين ويعلو
الاوليجوسين في وسط الخريطة وفي منطقتين صغيرين متجاورتين ، كما يتخطى
الاوليجوسين ويعلو الايوسين في جزء اخر كما هو مبين •

ج - تبقى عادة بعد فحص الخريطين الجيولوجية والكنتورية بعض
الاشكال التي قد تظهرها الخريطة الكنتورية اذا كانت كبيرة المقياس ولا يوجد
لها تفسير في الخريطة الجيولوجية • من هذه الاشكال ما هو مرتبط بالمفتحات
والارسابات السطحية كالمروحات الطمية ، والتلال الينبوعية ، والمصاطب
النهرية • كذلك هناك اشكال تحاتية ومتخلقة مما قد لا تفسره الخريطة
الجيولوجية • مثال ذلك بعض المنخفضات ، وبعض الجسوف وبعض التلال
المعزولة monadnocks • كذلك هناك من أدلة الاسر النهرية ما
يظهر في الخريطة الكنتورية ولا تفسره الخريطة الجيولوجية • وينبغي تسجيل
ملاحظات عن هذه الاشكال تمهيدا لفحصها بمجسم الصور الجوية وللتعرف
عليها وفحصها اثناء الدراسة الميدانية •

د - تفحص زوجيات الصور الجوية باستعمال المجسم • وينبغي التدرب
على هذا الجهاز جيدا قبل ممارسة العمل به • والمقاييس المألوفة لمعظم زوجيات
الصور الخاصة بالدراسات التفصيلية هي نحو ١ : ١٠٠٠٠ ، ١ : ٢٠٠٠٠ ،
١ : ٥٠٠٠٠ • ومن المفضل استعمال الزوجيات الاكبر مقياسا للحصول على
تفصيلات اكثر •

ومن الطبيعي ان يكون فحص الخرائط الكنتورية والجيولوجية على نحو
ما سبق قد اعطى فكرة عن كثير من اشكال السطح فضلا عن توزيع حدود



شكل (٢) خريطة توضيحية تمثل النحلي ومواقع
عدم التوافق

التكوينات الصخرية • وهكذا فعند فحص الصور يكون لدى فاحصها خلفية تساعده على زيادة التأكد مما سبق ان صفه ، وعلى التعرف اكثر على بعض تفصيلات الاشكال التي تبين له من فحص الخرائط • ومن التفصيلات الجديدة التي تظهر فسي الصور فقط بعض المنحدرات والجروف الصغيرة ، وتغيرات وكسور الانحدار التفصيلية التي قد ترتبط بحدود ليثولوجية • فالحدود الليثولوجية وبخاصة في الطبقات شبه الافقية في الاراضي بطيئة الانحدار ليست بالصرامة او الضخامة في كل الحالات بحيث تظهر في الخرائط • ويمكن ان نوجز استعمال الصور الجوية والافادة بها في عدد من النقاط هي :

يجري فحص سريع نسبيا (١) للزوجيات لمعرفة الاشكال الرئيسية وخاصة الاشكال البنوية • ويمكن تبين اتجاه الميل وتقدير درجته في كثير من المواضع • كما يتم التأكد من بعض التصنيفات التي سبق عملها بناء على الخريطين الجيولوجية والكنوتورية • واثناء هذا الفحص يجد الباحث ما يلتفت نظره من اشكال ثانوية وظاهرات دقيقة تستحق التسجيل في مذكرة خاصة تتضمن رقم نطاق الصور (خط الطيران) ورقمي الصورتين • مثال ذلك بعض اشكال التعرية الاولى كمخاريط الفتات الصخري والمروحات الطميية ، والمجاري المتشعبة braided channels والمصاطب النهرية ، وحتى بعض الحدود الليثولوجية الدقيقة • الخ • كما تتضح اوطا الاجزاء في قيعان المنخفضات مما قد يكون له أهمية ، والاجزاء او النقاط التي يشهد فيها الانحدار نسبيا على طول خط او اكثر من خطوط التصريف • الخ • وبهذا الفحص المبني لزوجيات الصور وتسجيل ما لوحظ في مذكرة خاصة يمكن وضع خطة للفحص التفصيلي للصور ولعمل خرائط مناسبة تمهيدية منها ، كذلك يمكن تبين الاجزاء والظاهرات الهامة التي تستلزم اجراء قياسات وتدوين ملاحظات ميدانية •

النقطة الثانية للافادة من الصور الجوية هي عمل خرائط تمهيدية لكل المنطقة طبقا لزوجيات الصور اذا كانت المنطقة صغيرة نسبيا • ومن الطبيعي ان تكون هذه الخرائط قابلة للتعديل طبقا للملاحظات الميدانية • وينبغي الاحتفاظ بهذه الخرائط بصفة مستمرة للرجوع اليها ، واستعمال بعضها او معظمها او كلها اثناء الدراسة الميدانية • ويمكن في حالات كثيرة الاقتصار على عدد مناسب من هذه الخرائط وبخاصة في دراسات المناطق الواسعة نسبيا • وينبغي ان تتضمن هذه الخرائط الاشكال البنوية والتحاتية التي تم التعرف عليها لتأكيد ذلك اكثر بالدراسة الميدانية • كما ينبغي ان تتضمن هذه الخرائط ما قد يكون هاما من

(١) يمكن اخذ فكرة مبدئية عما تمثله الصورتان في وقت يتراوح ما بين ٥ دقائق وثلاث ساعة على الأكثر •

الاشكال والظواهرات الدقيقة التي لا تظهر في الخريطين الكنتورية والجيولوجية . وقد ترجع أهمية هذه الاشكال الدقيقة نسبيا الى انها قد تكون واسعة الانتشار بحيث تشكل مظهرا واضحا بالرغم من انها لا تظهر في الخريطة الكنتورية . كما قد ترجع أهمية بعض الاشكال الدقيقة التي لا تظهر في الخرائط الى انها قد تلقى ضوءا على نوع العملية او العمليات الجيومورفولوجية في وقت سابق او في الحاضر . ويعد هذا النوع من الاشكال الدقيقة هاما رغم انه لا يشكل مظهرا واسع الانتشار ورغم عدم ظهوره في الخرائط . ومما يستحسن ان تتضمنه هذه الخرائط ايضا بعض الاستفسارات التي تستوجب البحث الميداني . ذلك ان هناك من الاشكال والظواهرات ما يلزمه استيضاح او قياسات ميدانية .

النقطة الثالثة للافادة من الصور الجوية انه يمكن اخذ هذه الصور ذاتها اثناء الدراسة الميدانية بدلا من الخرائط التمهيدية التي عملت منها ، وذلك لاستعمال الصور على غرار استعمال هذه الخرائط سابقة الذكر اثناء الدراسة الميدانية . وينبغي لذلك ان تسجل على الصور ذاتها بعض البيانات الاساسية التي تم تبينها بالجسم ، كما توضع علامات في المراضع التي رآي الباحث انها تستحق فحصا ميدانيا . الا ان استعمال الصور على هذا النحو يؤدي عادة الى افسادها حتى لو استعملت اقلام الشمع الخاصة بذلك . ومما يمكن اخذه ايضا اثناء الدراسة الميدانية فضلا عن الافادة به مكتبيا ما يعرف بلوحات المزاك mosaic او ما يسمى احيانا بالخرائط الجوية .

هـ - من المستحسن اجراء تحليل مرفمتري للمنطقة موضع الاهتمام من اللوحات الكنتورية بحسب الطرق المتبعة في هذا المجال وهي طرق عديدة . (١) ويمكن ان يركز الباحث على طريقة او اكثر من هذه الطرق تبعا للخصائص العامة لمنطقته بحسب ما أمكن تبينه عنها من الفصوص السابقة ومن هذه الطرق المرفومتريية التحليل الهيسومتري ، التحليل الالتيومتري ، التحليل الكليينوجرافي لعمل منحني انحدار سطح الارض ، تحليل تكرارات القمم ، الخط البياني لقمم تكرارات القمم ، خريطة لمعدلات الانحدار ، القطاعات الطولية لخطوط الجريان والعرضية للادوية ، قطاعات القسب المثوية ، تحليل التصريف النهري بحسب دراسات « هورتن » و « ستريلر » و « شم » وغيرهم .

وينبغي ان يكون هناك هدف لكل من هذه التحليلات المرفمتريية . ومن هذه الاهداف مثلا البحث عن بقايا اسطح تعرية (erosion (planation surfaces

(١) للتوسع في هذه الطرق يمكن الرجوع الى طه جاد ، رقم ١٠ .

أو نطاقات مناسبة يشهد فيها الانحدار نسبيا لأسباب بنوية أو تحاتية . كذلك يمكن وصف السطح في المنطقة أو في حوض التصريف بحسب المرحلة وتبين ما إذا كان شكله منتظما أو مركبا . الخ .

ومن المتوقع أن تثمر هذه التحليلات عن احتمالات ينبغي ربطها بما سبق احتمالاه على ضوء فحص الخرائط والصور الجوية . كما أنه من الضروري أن تربط كل الاحتمالات بالملاحظات والقياسات الميدانية ، وكذلك بالتعاليل التي تجري أثناء الدراسة الميدانية أو بعدها . ذلك أن أغلب وسائل البحث التي نحن بصددنا من الضروري أن تشترك كلها فـسـي التوصل إلى أدق النتائج بقدر الامكان .

أما إذا كانت الدراسة تتناول موضوعا واحدا في منطقة ما فمن الطبيعي أن يتركز تحليل الخرائط والصور الجوية على هذا الموضوع بصفة رئيسية . وهناك موضوعات كثيرة متشعبة للبحث تبين بعضها فيما سبق . إلا أنه يمكن تجميع أهم هذه الموضوعات في أربعة جوانب تثمر فيها تحليلات الخرائط والصور بدرجة كبيرة ، وهذه الجوانب هي :

١ - التحليل المرفمـتري لشكل سطح الأرض وشبكات التصريف وقد سبق أن ألمحنا إلى أهم جوانب ذلك التحليل .

ب - يمكن استعمال زوجيات الصور لعمل خرائط مرفولوجية تبين أقسام وأشكال الانحدار . إلا أنه لا يسهل عادة إضافة درجات الانحدار بدقة كافية فهذا مما يفضل عمله بالدراسة الميدانية .

ج - يمكن استغلال تفصيل الصور الجوية والتجسيم بالمجسم في أخذ ملاحظات تفصيلية مكتوبة عن بعض الأشكال الثانوية الهامة التي لا تظهرها الخرائط . مثال ذلك مصاطب الأودية الصغيرة والمروحات الغرينية الصغيرة ، والكتل الصخرية المنزقة . الخ .

د - عادة ما تثر الصور الجوية والتجسيم بالمجسم عن تبين بعض خطوط الانكسارات ، والشروخ ، واتجاهات الميل ، والأشكال الالتوائية . الخ . وهي تشكل عادة مصدرا أغنى من الخريطة الجيولوجية في هذا الجانب . ذلك أن الخريطة مهما كانت تفصيلية فهي لا يمكن أن تبين كل ما توضحه الصور الجوية المساوية في المقياس . إلا أن ذلك لا يتحقق إلا بتحليل الصورة الجوية تحليلا صحيحا بالاعتماد على الخريطة الجيولوجية ذاتها ، والبيانات الجيولوجية والتضاريسية المتاحة والدراسة الميدانية كذلك .

ومما يمكن ذكره في نهاية الكلام عن تحليل الخرائط والصور الجوية أن زوجيات الجسم هي أنسب أنواع الصور الجوية حتى الوقت الحاضر في الدراسات التفصيلية . فهي فضلا عما توضحه بجلاء من خلال الجسم وما يمكن عمله منها كخرائط تمهيدية تفصيلية فإنها رخيصة الثمن . ومع هذا فإن هناك من البحوث الجمرولوجية والجيولوجية ما يمكن الاستعانة فيها بصور جوية أصغر مقياسا بما في ذلك صور سفن الفضاء (أبيض وأسود) التي تغطي ساحات واسعة من سطح الأرض . كذلك فإن صور الاستشعار من بعد (ملونة) تفيد في بعض النواحي الجمرولوجية وخاصة فيما يتعلق بالارسابات السطحية والخصائص البنوية ، وبعض تقديرات النقل والارساب المائي مما سنوضحه فيما بعد . وبطبيعة الحال يتوقف استعمال هذين الصنفين من الصور الجوية على طبيعة موضوع الدراسة ومساحة المنطقة والامكانيات المالية المتاحة للاستحواذ على هذه الصور ذات الثمن الباهظ .

٢ - الملاحظات والقياسات الميدانية (١) - خطة واجهزة الدراسة الميدانية

الدراسة الميدانية هي المصدر الرئيسي لكثير من البيانات التي يعتمد عليها أكثر في البحوث الجمرولوجية . وتعتبر الدراسة الميدانية ضرورية في البحوث التي تتناول مناطق صغيرة المساحة ، أو التي تتناول موضوعات محددة يمكن أن تجري دراسة ميدانية بخصوصها . بينما لا يسهل إجراء دراسة ميدانية كافية في البحوث أو الدراسات التي تختص بمناطق فسيحة وخاصة إذا تنوعت جمرولوجيا .

وتختلف خطة الدراسة الميدانية ووسائل البحث أثناءها باختلاف أبعاد وطبيعة موضوعات البحث . وإذا كانت الدراسة تختص بمنطقة ما فمن المستحسن أن تتوفر الجوانب الآتية لدى الباحث :

١ - الامام الكافي بكل ما كتب عن منطقة دراسته من جميع الجوانب المتصلة بهذه الدراسة . ويتفرع هذا الى جانبين : الاول هو ما كتب بصورة مباشرة عن موضوع بحثه وخاصة من النواحي الجيولوجية والهيدرولوجية والمناخية وعن التربة . والجانب الثاني هو القراءات الاساسية التي تجعل الباحث على بينة من الاشكال والظواهرات المختلفة وتمكنه من مراجعة الاحتمالات المختلفة وترجيح احدها أو بعضها على الاخرى .

٢ - قطع شوط مرموق من تحليل الخرائط الكنتورية والجيولوجية والصور الجوية على نحو ما سبق التوضيح . وبذلك يكون قد توصل الى تحديد كثير من المعالم الجيومرفولوجية الهامة بمنطقة دراسته ويبقى ان يسجل ما يراه جديدا اثناء الدراسة الميدانية . كما يحاول ان يجد لما برز له من تساؤلات اجابة بواسطة الملاحظات والقياسات الميدانية .

٣ - عمل خطة للدراسة الميدانية يحدد فيها الباحث ما ينبغي عمله مسن قياسات وملاحظات وما يؤخذ من أجهزة ومعدات لازمة ، والوقت الذي يستغرقه في الاجزاء المختلفة من منطقته . الخ . وتتوقف هذه الخطة على الخصائص التي تبين للباحث عن منطقته ، وعلى امكانية الوصول الى الاجزاء المختلفة منها وما يستحسن ان يكرس له مجهودا خاصا اثناء الدراسة الميدانية . وعلى اية حال فيمكن ان يجري الباحث بعض التعديلات في هذه الخطة اثناء مباشرته الدراسة الميدانية بما يتناسب وما يجد من أمور .

وفيما يلي بعض الاجهزة والادوات الهامة التي تستعمل في الدراسة الميدانية بكثير من المناطق ، مع ملاحظة ان هناك اجهزة اخرى عديدة يمكن الاستفادة بها في بعض الجوانب . وعلى الجيومرفولوجي ان يختار منها ما يراه مفيدا لموضوع بحثه . اما الاجهزة والادوات الهامة التي تعتبر بحق عدة الجيومرفولوجي الرئيسية فهي :

١ - سيارة تصلح للسير في منطقة الدراسة مثل « اللاندروفر » ، أو « الجيب » بالنسبة للمناطق المضروسة . واذا كانت المنطقة رملية فمن الضروري ان تكون اطارات السيارة من النوع العريض الذي يصلح للرمال اكثر . هذا اذا كانت منطقة الدراسة واسعة نسبيا كان تكون الاف الكيلومترات . أما اذا كانت بضع مئات من الكيلومترات المربعة فيمكن الاستغناء عن السيارة اذا دعت الظروف .

٢ - الخرائط التمهيدية التي عملت من الصور الجوية والخرائط الكنتورية والجيولوجية . ومن الطبيعي ان تتضمن هذه الخرائط التمهيدية مواقع هامة تتطلب اهتماما خاصا اما لاهميتها او لعدم وضوحها جيدا من الفحوص السابقة للصور والخرائط .

٣ - كاميرا وافلام لتصوير بعض اشكال المنحدرات ، وبعض التفاصيل الهامة مثل اشكال وحجوم الفتحات ، واجزاء من اسطح الطباقية الهامة ومن اسطح عدم التوافق ان وجدت والاشكال الرملية كالتموجات ripples والبرخانات . الخ .

٤- شاكوش جيولوجي وفأس صغيرة . ويستعمل الشاكوش في كسر أجزاء من الصخور لمعدة أغراض . من هذه الأغراض أخذ عينة صخرية لفحص مكسر الصخر الحقيقي في الميدان . الخ . أما الفأس فتساعد على أخذ عينات من الفتحات والارسابات السطحية .

٥- عدسة مكبرة لفحص بعض العينات الصخرية لمعرفة نوع الصخر والشوائب التي قد توجد به . ومن المستحسن أن يكون الباحث ملماً بالنسيج الدقيق والخصائص البلورية لكل من الصخور الشائعة .

٦- حامض هيدركلوريك مخفف في زجاجة صغيرة بقطارة ، وذلك لاختبار بعض انواع الصخور التي يصعب التعرف عليها نسبياً . ويمكن بهذه الطريقة وباستعمال العدسة المكبرة معرفة كثير من انواع الصخور . اما الانواع التي يصعب التعرف عليها وخاصة في مناطق الصخور النارية والمتحولة عنها فمن الضروري أخذ عينات منها لفحصها معملياً .

٧- أكياس قماش لأخذ العينات الصخرية وعينات الفتحات والارسابات السطحية لكي تحلل فيما بعد معملياً . ومن المناسب أن تكون معظم هذه الأكياس بمقاس نحو ١٥ × ٢٥ سم وبعضها أكبر قليلاً . ومن الضروري أن يوجد خيط قوي عند فتحة الكيس لاحكام اغلاقه وخاصة في حالة الفتحات والارسابات السطحية . ويتوقف عدد الأكياس على عدد ما يتوقع أخذه من عينات .

٨ - جهاز صغير لقياس الميل إلى أقرب نصف درجة . وقد عرف «ميزان ابني» Abney-Level جيداً بين الجيومرفلوجيين كجهاز مناسب . ومع ذلك فلا مانع من استعمال أجهزة شبيهة مثل جهاز قياس الميل بالنظر المعروف بـ optical hand clinometer او بوصلة « برنتون » Brunotn compass الحاوية لميزان لقياس الميل والانحدار . وهناك أجهزة أخرى منها ما يعرف بـ universal pocket transit وبوصلة الطبقة الجيومورفولوجية geological stratum compass ويستخدم كل من هذه الأجهزة في قياس ميل الطبقات وانحدار سطح الأرض . لـ انقطاعات التضاريسية الميدانية اللازمة (١)

٩- شريط قماش أو صلب من المستحسن الا يقل عن ٢٠ متراً . ويستخدم الشريط في عمل القطاع التضاريسي مع جهاز قياس الميل والانحدار سابق الذكر .

(١) يمكن طلب هذه الأجهزة مثلاً من : Scientific Technical Supplies, Karl Kolb

Buchschlag - Frankfurt, W. Germany.

وليس من الضروري استعمال الشواخص في عمل القطاعات وخاصة اذا كان للباحث مرافق .

١٠ - هناك أجهزة صغيرة سهلة الحمل لقياس الارتفاع altimeters من بينها ما يعرف بـ Precision pocket altimeter ، يقيس بتقسيمات كل ٢.٥ متر . كذلك هناك ما يعرف بـ high precision geodesic alt. وهو يقيس بتقسيمات كل مترين ، ولكنه اكبر حجما بقليل (٩ × ١٠ × ١٢.٥) (١) . ويمكن استعمال جهاز قياس الارتفاع في المناطق التي لا تتوفر عنها خرائط كنتورية كافية وفي قياس الارتفاع دون عمل قياسات هندسية بأجهزة أخرى .

١١- منظار ميدان (نظارة مقربة) وخاصة في حالة المناطق الواسعة نسبيا . وذلك لرؤية بعض الاشكال أو الظاهرات التي يصعب الوصول اليها مثل الاجزاء الوسطى من الجروف ، والاشكال الثانوية التي قد يحيطها مستنقع أو سبخة . الخ .

١٢- نوته متوسطة الحجم يمكن وضعها في الجيب الاكبر فسي المسترة ، وادوات كتابية أخرى (اقلام جافة ، اقلام رصاص ، شفرات . الخ) .

١٣- « جريندية » للباحث وأخرى لمرافقه تناسب حمل كل ما يلزم من ادوات وماكل عندما يتوغل الباحث سيرا على الاقدام بعيدا عن السيارة المرافقة أو بعيدا عن معسكر اقامته .

١٤- ادوات أخرى يراها الباحث بحسب ظروف منطقته . منها ما يتعلق بظروف المبيت ، والملبس تبعا للاحوال الجوية المتوقعة ، وظروف التغذية والمياه . الخ . وفي بعض الحالات يستحسن اخذ خيمة صغيرة أو اكثر وادوات معسكر خفيفة وخاصة في حالة المناطق الواسعة والمضرة نسبيا حيث يستغرق الذهاب والعودة الى مقر سكني أو مقرات سكنية وقتا طويلا من اليوم .

ومن الضروري ان يستعين الباحث بشخص أو شخصين يرافقانه اثناء الدراسة الميدانية . هذا وبخاصة ان هناك من القياسات ما يصعب ان يجريها الباحث بمفرده . فمثلا لا يسهل له عمل القطاع التضاريسي بمفرده ، كما يصبح مضطرا للاستلقاء ارضا لقياس بعض المنحدرات بطريقة النظر في فتحة الميزان . الخ . وفضلا عن ذلك فوجود مرافق أو اثنين له يرفع معنويات الباحث وبخاصة في المناطق المضرة وغير المأهولة .

(١) تتوفر هذه الاجهزة ايضا بشركة « كارل كولب » سابقة الذكر .

(ب) بعض جوانب الدراسة الميدانية

إذا كان الباحث بصدد دراسة جمرفلوجية متكاملة أو متعددة الموضوعات فعادة ما يضع في ذهنه الجوانب الاربعة الرئيسية التي تهتم بها الدراسة الجمرفلوجية . وهذه الجوانب الاربعة هي خصائص البنية ، والعامل والعمليات ، والشكل ، والتطور الجمرفلوجي . وهو يهدف اثناء دراسته الى تسجيل اكبر قدر ممكن من التفاصيل الميدانية التي تختص بهذه الجوانب . كما يعطي اهتماما خاصا لما هو غامض أو غير مؤكد في خرائطه التي عملت من الصور الجوية والخرائط الكنتورية والجيولوجية ، ويحاول ان يجد الاجابة على الاستفسارات التي دونها اثناء تحليل الخرائط والصور الجوية . ذلك انه ينبغي اجراء ما يلزم من قياسات أو اخذ عينات وكتابة ملاحظات تفصيلية لهذه الاشكال او الظاهرات . فهذه البيانات قد تضيف شيئا جديدا عن منطقة الدراسة . وقد تكون بعض الاشكال او الظاهرات ذات اهمية خاصة رغم صغر ابعادها .

ويمكن ان نورد هنا بعض ما يمكن اتباعه اثناء الدراسة الميدانية . هذا مع ملاحظة ان ذلك لا يغطي الا جزءا فقط مما يمكن القيام به اثناء الدراسة الميدانية في المناطق المختلفة . اي ان ما يأتي ذكره في النقاط الاربعة التالية هو اطار عام لما يمكن عمله بصفة عامة في كثير من المناطق وليس في كل المناطق .

١ - ملاحظات عن البنية الجيولوجية : يهتم الجمرفلوجي اهتماما خاصا بالبنية من حيث الجوانب التي تؤثر وتتأثر بالتمرية . وهكذا فهو يسجل كل ما يمكنه من بيانات عن هذين الجانبين . ومن اهم ما يسجل ما يأتي : -

١ - درجة ميل الطبقات واتجاهه في اكبر عدد من المواضع ، مع اهتمام خاص بالاجزاء التي يبلغ فيها الميل درجة كبيرة . ويستعمل في قياس الميل ميزان « ابني » والبوصلة ، او البوصلة الحاوية لقياس الميل والانحدار المعروفة « ببرتون » او غيرهما مما سبق ذكره منذ قليل . وينبغي تسجيل موقع القياس واتجاه الميل بدقة على الخرائط التمهيدية التي سبق اعدادها . وقد يلاحظ في بعض الاشكال التضاريسية ان منحدرات الميل لا تساوي درجة ميل الطبقات . فيسجل في هذه الحال كل من درجتي الميل والانحدار مع توضيح ماذا كان الاختلاف بينهما ناتجا عن النحت ام عن الارساب .

ب - تسجيل بيانات عن سمك كل من الطبقات الرئيسية في المنطقة ، وعن مقدار وضوح اسطح الطباقية بين الطبقات المختلفة ، وكيفية تبادل الطبقات . الخ مع ربط هذه العناصر بشكل سطح الارض عن طريق الملاحظة الدقيقة . كما

تجرى قياسات للمنحدرات سيأتي الكلام عنها تربط كذلك بتلك الملاحظات . ومما يذكر أنه ينبغي تسجيل ملاحظات عن سطح عدم التوافق ان كان ظاهرا . ومما يذكر هنا عن سطوح عدم التوافق هو ان تسجل ملاحظات عن اهمية هذه السطوح في تسهيل التعرية كما يتبين من خصائصها الميدانية طبقا لمظهر التفكك والتحلل او النحت الذي اصابها . فتدون بيانات عن نوع وحجوم الارسابات والمفتحات الموجودة بها وعن مدى تماسك هذه المفتحات او الارسابات . ويمكن الاستفادة من هذه البيانات المباشرة ومن نتائج تحليل العينات التي تؤخذ في تتبع الظروف القديمة التي تكون اثناءها سطح عدم التوافق .

ج - تدون ملاحظات عن المفاصل الرئيسية والثانوية في المنطقة . فكثيرا ما يتبين الباحث نظاما او اكثر من نظم المفاصل تتخذ اتجاهات محددة ينبغي قياسها بالبوصله . ومن المهم ان يقاس اتساع المفاصل في حالة المفاصل الواسعة وتقاس المسافات بينها ، ويسجل ماذا كانت هذه المفاصل خالية من الارسابات التالية لعمق كبير ، ونوع وحجوم هذه الارسابات ان وجدت . واذا لفتت هذه الارسابات النظر فيمكن اخذ بعض العينات منها . وقد يتضح للباحث ارتباط نظام او نظم المفاصل بأشكال سطح دقيقة مثل الاخوار gullies ، او بتقطع السطح في اشكال ثانوية طويلة او شبه مستديرة او غير ذلك . الخ . كذلك مما يلزم ان تدون ملاحظات عن الشقوق والشروخ المختلفة في وصف دقيق ما امكن .

د - تسجل ملاحظات عما يراه الباحث من درجة مقاومة الصخر للعمليات المختلفة ، وعن نوع العمليات التي يمكن ان يتأثر بها اكثر من غيرها طبقا لخصائصه الليثولوجية . فعلى سبيل المثال يمكن تقدير درجة الصلابة بطريقة الخدش ، وكذلك بوصف امكانية كسره بالشاكوش او فركه باليد . الخ . فذلك مما يوضح شيئا عن قابليته للنحت . كذلك ينبغي تقدير درجة المسامية porosity والنفاذية permeability ، وهناك وسائل مختلفة لذلك . ومن الضروري ان تجمع بيانات ميدانية تفصيلية عن التركيب الكيماوي المعدني للصخر . وعادة ما يجب اخذ عينات صخرية لتحليلها لهذا الغرض كما سنوضح عند الكلام عن تحليل العينات .

٢- ملاحظات عن العامل والعملية : من المؤكد ان كثيرا من خصائص العامل لا يمكن فصلها عن دراسة العملية او عن الدراسة الجيومورفولوجية طالما ان تلك الخصائص لها تأثيرها في تشكيل السطح . وهناك امثلة كثيرة توضح ذلك . نذكر من هذه الامثلة هنا على نحو سريع ان دراسة حركة الرمال بما فيها الكثبان

ترتبط ارتباطا قويا بسرعة هبوب الرياح من الاتجاهات المختلفة . كما ان هناك ارتباطا قويا بين سرعة تيار المياه وحجوم الفتحات التي ينقلها النهر . ونورد بعد قليل ما ينبغي تسجيله ميدانيا عن العوامل والعمليات الخارجية .

ومما يذكر هنا أن كثيرا من البيانات الخاصة ببعض العوامل الخارجية يمكن الحصول عليها من مصادر رسمية أو من دراسات أخرى إذا تصادف أن توفرت بعض القياسات عن منطقة الدراسة . مثال ذلك بعض البيانات التفصيلية عن الحرارة والتساقط والرياح . كذلك بعض القياسات المأثية عن معدلات تصريف بعض الأنهار ، وبعض ما تحمله من حمولة وخاصة من الطمي والصلصال . . . الخ .

الا ان هناك ملحوظتين يستحسن ذكرهما بهذا الخصوص وبخاصة في الدراسات الجيومورفولوجية التفصيلية . الملحوظة الاولى انه ينبغي مراعاة ان تكون البيانات المتوفرة هذه سواء كانت من مصادر رسمية أو من دراسات سابقة مختصة بعامل أو عوامل توجد في المنطقة ذاتها وليست عن مناطق مجاورة . اما ما قد يورد أو يفحص من عوامل في مناطق مجاورة أو بعيدة لا يكون الا على سبيل المقارنة . بعبارة موجزة اذا كنا مثلا بصدد دراسة عن الحمولة في جزء من الأنهار فينبغي ان تكون القياسات المتوفرة (وكذلك التي تجرى) في نفس ذلك الجزء وليست للجزء بعيدة . كذلك اذا كنا بصدد دراسة عن شكل الكثبان الرملية وتقدمها في منطقة ما فمن الضروري ان تكون القياسات المتوفرة هي عن نفس المنطقة التي تدرس كثبانها . . الخ . ولهذا فاذا لم تكن هناك بيانات كافية عن منطقة الدراسة - وهذا هو ما يحدث غالبا - فينبغي ان يقوم الباحث بنفسه باجراء القياسات اللازمة .

والملاحظة الثانية انه فضلا عن ضرورة الاكتمال بكل ما عمل من طرق لقياس تأثير العامل في دراسات أخرى فلا مانع من ان يفكر الباحث في طريقة أو أكثر من ابتكاره لقياس هذا التأثير . فمما يذكر في هذا الصدد ان بعض وسائل البحث الميداني الجيومورفولوجي الخاصة بقياس تأثير العامل هي من تصميم بعض الباحثين . وغنى عن الذكر بطبيعة الحال انه توجد بعض الاجهزة والوسائل المتفق عليها لقياس تأثير بعض العوامل ، الا انه لا زال هناك الكثير من التأثيرات التي تحتاج الى وسائل ميدانية جديدة .

اما عن الملاحظات والقياسات التي ينبغي تسجيلها عن العامل والعملية فهي أكثر مما يبدو لأول وهلة . فهناك تعدد في تأثير كل من العوامل المختلفة حتى في الاقليم الجيومورفولوجي الواحد . فما بالنسبة اذا نظرنا الى تأثير العوامل الخارجية المختلفة . وعلى كل حال ففيما يلي بعض الامثلة فقط لما يمكن ان يحتاج اليه الباحث اثناء الدراسة الميدانية .

أولا : تسجيل فعل الرياح : ينبغي تسجيل كل ما يمكن عن دور الرياح في النحت والنقل والارساب . ففيما يتعلق بالنحت تسجل ملاحظات مكتوبة وقياسات عن ابعاد التجاويف الناتجة عن النحت السفلى undermining . ويسجل ما قد يشير الى ان هذا النحت السفلي هو من فعل الرياح بصفة رئيسية او من فعلها بمساعدة عمليات اخرى كالتفكك والتحلل .

فمثلا يمكن ان يكون التجويف او التجاويف الموجودة موافقة لجهة او جهات هبوب الرياح وسرعتها بحسب القياسات المتوفرة او التي ينبغي القيام بها . اما اذا كان التجويف متساويا من جميع الجهات كما هو الحال في بعض الموائد الصحراوية او عش الغراب ، بينما تشير القياسات الخاصة باتجاهات وسرعة الرياح الى ضعف الرياح وقلة هبوبها من اتجاه او اكثر فهذا مما ينبغي تسجيله وشرحه .

وربما تكمن الاجابة على ذلك في اسباب بنيوية وعمليات التفكك والتحلل او في اسباب اخرى وليس في خصائص الرياح وحدها . فالتوقع في حالة سيادة الرياح هبوبا وقوة من اتجاه او اتجاهين او ثلاثة اتجاهات متجاورة (من الاتجاهات الثمانية) ، ان يكون النحت السفلي اوضح في هذه الاتجاهات الثلاثة منه في بقية الجهات . اما اذا تساوى مقدار التجويف السفلي من جميع الجهات بالمائدة الصحراوية او الربوة الصغيرة او عش الغراب فهذا قد يكون لما يأتي :

١- نشاط التفكك والتحلل في الجانب او الجوانب المحمية من الرياح اكثر من الجانب او الجوانب المواجهة للرياح . وذلك قد يكون لسبب بنيوي مثل اختلاف النسبي الجانبي في ليثولوجية الطبقة او الطبقات التي يظهر بها التجويف .

٢- شدة ضعف الرياح لسبب ما من جميع الجهات وخاصة لعدم وجود حمولة من الرمال التي تساعد كثيرا على هذا النحت السفلي . وهكذا فلا يصح وصف هذا التجويف بأنه نتيجة النحت السفلي بواسطة الرياح ، بل ينبغي وصفه بتجويف ناتج عن تفاوت التفكك والتحلل differential weathering . كذلك يمكن ان ينتج هذا عن تفاوت حمولة الرياح من الرمال بحسب ظروف توفرها في الجهات المختلفة حول هذه الاشكال المذكورة . وهذا قد يؤدي الى شدة وضوح اثرها في الجانب الذي تهب عليه بمعدل وسرعة اقل ولكن بحمولة مناسبة من الرمال تساعد على النحت .

٣- ليس من المستبعد في بعض الحالات ان يكون الجانب او الجوانب

المجوفة بعضها بفعل الرياح بينما هناك جانب أو جوانب أخرى جوفت بفعل عامل تعرية آخر في وقت سابق كالتعرية البحرية أو البحرية . اضم الى هذا احتمال اختلاف الرياح في وقت سابق عما هي عليه الان . الا ان هذين الاحتمالين قليلا الاهمية في حالة الاشكال الدقيقة هذه نظرا لان الوقت الجيولوجي السذي يستغرق في وجودها عادة ما يكون قصيرا .

٤- من الممكن ان تكون القياسات المتوفرة الخاصة بنسبة هبوب وسرعة الرياح من الاتجاهات المختلفة لا تمثل ما يسود فعلا حول مثل هذه الاشكال ذات التجاويف السفلية . ومن اهم اسباب ذلك ان تكون القياسات المتوفرة بعيدة نسبيا عن الموضع الذي يوجد به هذا الشكل التضاريسي الدقيق . وهكذا فان التضاريس الثانوية أو غيرها مما يوجد في موضع الشكل التضاريسي قد تتسبب في عدم تطابق القياسات المتوفرة البعيدة نسبيا مع ما هو موجود فعلا من تيارات هوائية ثانوية حول هذا الشكل التضاريسي .

ولعله لا يصح ان نتكلم عن النحت الهوائي كعملية رئيسية في تكوين المنخفضات الصحراوية فهذا قد يكون صحيحا الى حد ما بالنسبة لبعض المنخفضات الصغيرة جدا حيث يمكن الكلام عن النحت والنقل الهوائي كعمليتين تشتركان في تكوين هذه المنخفضات الصغيرة . ولكن هناك من الادلة ما يقلل كثيرا من دور النحت كعملية رئيسية في تكوين المنخفضات الكبيرة . ولا ينبغي ان ننظر فقط الى العصر الحديث الذي تسود فيه الرياح ، بل من الاصوب ان ينظر كذلك الى العصور الماضية الاكثر طولا والتي سادت بعضها ظروف اكثر رطوبة .

اما عن النقل الهوائي فينبغي تسجيل ملاحظات مكتوبة وينبغي اجراء قياسات ايضا . ومن الملاحظات التي تكتب ما يمكن مشاهدته اثناء الرياح الخفيفة والرياح متوسطة السرعة واثناء العواصف . ويسجل ذلك في وصف دقيق ما امكن . فيراعي ذكر ما يتعلق بحركة الرمال بحجومها المختلفة اثناء هبوب الرياح وارتفاع الرمال عن سطح الارض . الخ . كما ينبغي تسجيل مقدار الرؤية في حالة العواصف الرملية ، والرملية الترابية ، والترابية .

وهناك من التغيرات الدقيقة التي تصيب بعض الاشكال الرملية ما يمكن ملاحظتها في اوقات قصيرة . فهناك تغيرات نظرا على التمرجات الرملية الدقيقة بسبب ما يضاف اليها أو بسبب ما ينقل منها بفعل الرياح . وكذلك قد تنشأ أو تزال بعض التمرجات الرملية التي توجد على غطاء رملي sand sheet او على جوانب الكثبان . وقد تحدث هذه خلال وقت قصير جدا قد يكون ساعة او

بضع ساعات اثناء هبوب رياح نشطة او شديدة . ولكن ذلك يستغرق وقتا اطول في العادة وخاصة بالنسبة للتموجات الرملية الكبيرة التي يبدو ان بعضها بحسب الملاحظة الميدانية اقل حركة وتغيرا من الكثبان الهلالية على سبيل المقارنة .

كذلك ينبغي تسجيل ملاحظات عن الارساب الهوائي . وليس من السهل تسجيل ملاحظات وفيرة عن ارساب الاتربة ، ولكن هذا قد يكون ممكنا نسبيا حيث ترسب كمية مرموقة يمكن اخذ عينة منها . ويمكن اذا لزم الامر تحليل هذه العينة تحليللا معدنيا وميكانيكيا محاولة للتعرف على اقرب مصادرها الممكنة . ولكن من السهل نسبيا تسجيل ملاحظات عن الارساب الرملي . ذلك انه يمكن مثلا تسجيل ملاحظات تفصيلية عن كمية الرمال والشكل الناتج عن الارساب بعد بعض العواصف الرملية . ومن الضروري تقدير سرعة الرياح اذا لم يكن من الممكن قياسها . ذلك انه اثناء العواصف الرملية يمكن ان تظهر بعض الاشكال الارسابية الدقيقة وخاصة الاشكال الذيلية الصغيرة خلف المعبات . وهكذا اذن يمكن وضع عقبات مناسبة بارتفاعات مختلفة تبين بعض العلاقات الخاصة بالنقل والارساب الهوائي .

كذلك فان دراسة التغيرات التفصيلية التي تحدث للكثبان الهلالية والهلالية المعدلة والطولية وغيرها ، ومعدلات تقدم هذه الكثبان مع دراسة نسبة هبوب وسرعة الرياح من الاتجاهات المختلفة لنفس الموضع تعد من الموضوعات الميدانية الهامة . والكثيب المتحرك يعد في الواقع صورة من صور الارساب ولكنه يمكن اعتباره ايضا رمالا منقولة بحكم تحركه بسرعة ملموسة نسبيا . ولذلك فلا ينبغي فقط اخذ قواعد النقل والارساب عن طريق النماذج والمصادات التي استعملها « باجنولد » او غيره بل يستحسن كذلك التوسع في تسجيل ملاحظات عن تغيرات الكثبان وحركتها .

ويستغرق تسجيل ملاحظات عن التغيرات المرموقة في شكل وموقع الكثيب الهلالي مثلا وقتا لا يقل عن عدة شهور وقد يصل الى عدة سنوات . ولذلك فان الاوقات القصيرة نسبيا التي قد تخصص لدراسة ميدانية متكاملة عن جغرافية احدى المناطق لا تكفي عادة الا لاخذ ملاحظات تفصيلية جدا . ترتبط بتغيرات سريعة . اما اذا كانت هناك دراسة ميدانية تهدف الى فحص الكثبان فقط فينبغي ان يخصص لها وقت طويل متصل او وقت موزع على مدار السنة بحيث يمكن اخذ ملاحظات كافية عن التغيرات الكبيرة في شكل الكثيب وحركته .

ثانيا : ملاحظات عن المياه الجارية : من الملاحظ ان الدراسات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية عن المياه الجارية يختص معظمها بالمناطق الرطبة حيث تسود

التعرية النهرية • وتشكل هذه الدراسات الجانب الأكبر من دراسات العامل والعملية في الجمرولوجية ، بينما ليست هناك دراسات كافية عن المناطق الجافة وشبه الجافة تختص بالجريان الطارئ الذي قد يحدث من وقت لآخر • ولذلك فان مبادئ الدراسة الميدانية الخاصة بالمياه الجارية تختص في معظمها بالمناطق الرطبة • بينما ليست هناك أسس كافية للدراسة الميدانية للمياه طارئة الجريان في المناطق الجافة وشبه الجافة •

وليس في الامكان ان نحيط هنا بكل او حتى بمعظم ما ينبغي عمله فـ في الدراسة الميدانية لمائية الاحواض والشبكات النهرية • وهكذا نقصر على بعض النقاط الهامة في هذا الجانب • هذا مع ملاحظة ان هذه النقاط عادة ما تعالج فقط في دراسة وحيدة الجانب تتركز على جمرولوجية ومائية الاحواض النهرية وليس في دراسة متعددة الموضوعات • كذلك من المستحسن ان نوضح انها تختص بأحواض صغيرة وليس بأحواض شاسعة المساحة لا يمكن لباحث واحد ان يعالجها •

تهتم دراسة مائية الحوض بما يعرف بالوارد input والمنصرف output وكذلك المفقود (الفائد) والمخزن • وغالبا لا توجد محطات جوية ومحطات هيدرولوجية كافية تتوفر بها البيانات التفصيلية اللازمة لاجراء هذه الحسابات • فباستثناء الولايات المتحدة وبعض الدول الاوروبية (١) لا توجد القياسات الكافية للدراسات الهيدرولوجية والجمرولوجية • كما ان دراسة مائية الحوض وما يرتبط بها من عمليات جمرولوجية تتطلب قياسات وملاحظات اخرى بعيدا عن المجاري النهرية ، وفي اجزاء قد لا توجد بها محطات جوية (٢) •

وهكذا فينبغي على الباحث في الغالب وخاصة في البلاد النامية ان يقوم بقياس ما يلزم بنفسه • وفيما يلي بعض الامثلة الهامة لما قد يلزم الباحث من قياسات هيدرولوجية وجمرولوجية •

١- قياس التساقط : يمكن ان يستعمل في ذلك ما يعرف بوعاء المطر الالي autographic rain gauge • وهو يسجل خطأ بيانيا للمطر الساقط في ساعات النهار كما يمكن استعمال وعاء المطر العادي • الا ان الاول يفيد كثيرا في دراسة رخات المطر وخاصة في المناطق شبه الصحراوية •

(١) « ليوبولد » وآخرون ، رقم ٣١ ، ص ١٦٩ •

(٢) انظر التوزيع الممكن لواقع قياس التساقط في الحوض النهرية « هانويل » و « نيوسن »

رقم ٢٦ ، ص ١١٩ •

ومما يذكر انه ينبغي اخذ القياسات في عدة مواضع من الحوض النهري .
ويزداد عدد هذه المواضع اذا كنا بصدد حوض كبير وخاصة في المناطق
الاعصارية والموسمية حيث يوجد تفاوت في التوزيع المكاني لرخاخ المطر .

٢- قياس المنصرف : تقاس المياه المنصرفة من حوض نهري عند نهائية
المجرى الرئيسي للشبكة النهرية . وغنى عن الذكر ان هذه القياسات قد تتوفر في
بعض الحالات . أما اذا لم تكن متوفرة فهناك اكثر من طريقة لقياسها . من اهم
هذه الطرق استعمال ما يعرف بعدد التيار *current meter* لقياس سرعة
التيار . وبمعرفة مساحة القطاع العرضي للمجرى يكون التصريف هو ناتج ضرب
السرعة \times مساحة القطاع العرضي . فاذا كانت سرعة التيار ٨ اقدم / ثانية
ومساحة القطاع العرضي ١٠٠٠ قدم^٢ يكون التصريف ٨٠٠٠ قدم^٣ / ثانية .
وهناك بضعة انواع من عداد التيار . فهناك عدادات صغيرة ، وعدادات اخرى
اكبر نسبيا منها العداد الدولي للتيار *universal current meter* وما يعرف بـ
revolution counter وغيرها (١) .

ويمكن التغلب على صعوبة عدم وجود عداد التيار بان تقاس سرعة التيار
بواسطة جسم عائِم . مثال ذلك عصا في نهايتها ثقل ، او برتقالة . الا ان هذه
الطريقة تقريبية . هذا وخاصة انه كثيرا ما ينبغي قياس السرعة بحسب عمقين او
ثلاثة في كل من عدة نقاط على القطاع العرضي للمجرى . ويمكن الحصول على
كمية المياه المنصرفة بنفس الطريقة سابقة الذكر ، اي بضرب السرعة في مساحة
القطاع العرضي للمجرى .

ومن الواضح انه في كلتا الحالتين من الضروري ان يعمل قطاع عرضي
تفصيلي للمجرى . ويمكن ان يتم ذلك باستعمال احدى الطرق المثبتة . من هذه
الطرق قياس الاعماق بالقامة او بعمود خشبي مقسم في حالة المجارى غير
العميقة . اما بالنسبة للمجاري العميقة فيمكن ان تستعمل طرق مشابهة لقياسها
مثال ذلك حبل او خيط مقسم في نهايته ثقل كبير ، او يستعمل جهاز عاكس
الصوت *echo sounder* وخاصة في حالة المجاري العميقة جدا . ولكن هذا
الجهاز قليلا ما يمكن توفيره .

٣- حساب وقياس الفاقد : بطرح اجمالي التصريف اثناء الشهر او العام
من اجمالي التساقط اثناء ذلك الشهر او ذلك العام يمكن الحصول على كمية
الفاقد بواسطة التبخر والنتج والتسرب . الا ان هذه الطريقة تعتبر غير دقيقة

(١) يمكن طلب هذه الاجهزة من شركة . كارل كولب « التي سبقت الإشارة إليها ضمن
خطة واجهزة الدراسة الميدانية »

لحساب الفاقد . واهم اسباب ذلك ان المياه التي تنصرف اثناء شهر معين لا تمثل الفاوض الفعلي بعد التبخر والنتج والتسرب . ذلك انها من الممكن أن تكون اكبر أو اقل مما يسجل نظرا لتفاوت كمية الفاقد بالتسرب الى الشبكة النهرية من وقت لآخر مما قد لا يوافق الحساب بهذه الطريقة . فعلى سبيل المثال يمكن ان تزداد كمية المياه ذات الاصل الجوفي الواردة في اوائل العام . ومن الواضح ان هذه المياه ترجع أصلا لأمطار سقطت في العام السابق أو قبله .

ويعد ما سبق من اسباب اتباع منهج آخر عكسي يقوم على القياس الفعلي للفاقد بالتبخر والنتج والتسرب . الا ان هذا المنهج هو الآخر تعترضه عـدة صعوبات وخاصة في قياس الفاقد بالتسرب . ويرجع ذلك خاصة الى شـدة التفاوت عادة في مقدار ما يتسرب في المفتتات وفي الصخور من مكان لآخر بالحوض لاسباب عدة . وبطبيعة الحال لا يسهل اجراء قياسات كافية لكل اجزاء الحوض . كما ان وسائل القياس ذاتها لا تعتبر دقيقة بالقدر الكافي .

ومما يذكر ان كثيرا من الانهار قد اقيمت عليها سدود أو خزانات للتحكم في نظام تصريف النهر بما يناسب الحاجة . وهذا يعني بطبيعة الحال تغيير نظام الجريان في الجزء الواقع خلف السد أو الخزان . وفي مثل هذه الحالات تنشأ موضوعات بحث عديدة تستلزم قياسات وملاحظات اخرى نتركها لمناسبة اخرى .

٤ - ملاحظات عن حمولة وارساب الانهار : حمولة النهر river load هي ما ينتقل مع المياه الجارية من مفتتات مختلفة الحجم ومن مواد مذابة تعرف بالحمولة الكيميائية ، وتتراوح المفتتات المنقولة ما بين الكتل الصخرية والجلاميد التي تنقل بطريقة التدحرج على قاع المجرى الى الحجوم الصلصالية التي تنقل بطريقة التعلق suspension . اما الحمولة المذابة فهي تشمل مركبات عديدة . ويمكن الحصول على عينات من حمولة النهر وخاصة الصلصال والطين والرمال اثناء انتقالها مع المياه الجارية . وسوف نعرض لبعض ما يتعلق بذلك بعد قليل . الا انه يمكن اثناء الدراسة الميدانية للاودية الجافة وللانهار فصلية الجريان اخذ قياسات عن حجوم المفتتات التي تخلفت في قاع الوادي أو المجرى الفصلى في صورة ارساب . فمن الصحيح ان هذا صورة من صور الارساب في قاع المجرى . ولكن هذه الارسابات تمثل جزءا من الحمولة التي نقلتها المياه الجارية لمسافة ما .

والواقع ان هذا الارساب قد يكون ارسابا مؤقتا بالنسبة لبعض الانهار الفصلية . ولكنه قد يكون اكثر تخلفا أو بقاء في الاودية الجافة . ولا يعرف غالبا ما اذا كانت هذه الارسابات المؤقتة قد تنتقل لمسافة ما اثناء بعض السيول . ذلك

انها من الممكن ان تكون قد ارسبت في ظروف جريان مائي قديم اقوى . ومن المفيد الى حد ما في تبين ذلك تسجيل قياسات او ملاحظات عما تأتي به المياه الطارئة من حمولة اثناء او عقب السيول مباشرة الى الاجزاء الدنيا او النهائية من خطوط الجريان . الا ان من أهم الصعوبات قياس أو تقدير كمية الحمولة الاجمالية . ولا تقتصر هذه الصعوبة على الجريان الطارئ والفصلي بل يعمد هذا صعوبة كبيرة في حالة الانهار دائمة الجريان كما سنلمح بعد قليل .

ومن الملاحظات التي يلزم تدوينها عن الخصائص الجيومرفولوجية للحمولة والارساب نوع الصخر الذي اشتقت منه الفتحات . وذلك قد يكون سهلا احيانا للشخص المدرب على التمييز بين انواع الصخور . الا ان ذلك كثيرا ما يتطلب اخذ عينات لمعرفة نوعها وخاصة بالنسبة للمواد الدقيقة كالزمال والحصى الصغير فضلا عن الطمي . ومن الواضح ان معرفة مصدر الحمولة او الارسابات مما قد يفسر ظاهرة جيومرفولوجية كالاسر والتحويل النهري ، او تعميق اعالي المجارى النهرية ووصولها الى صخر لم يكن ظاهرا على السطح من قبل . ومن الواضح ان هذا الجانب يعد من النقاط الهامة التي يعني بها الجيومرفولوجي بينما لا يعني بها عالم المياه عادة .

ومما يلزم كذلك تدوين قياسات عن استدارة الحصى والجلاميد التي تتخلف في قاع المجرى الفصلي أو في خطوط الجريان الطارئ في الاودية الجافة . فذلك عادة ما يلقي ضوءا على مقدار تعرضها للتدوير بفعل المياه الجارية . الا انه ينبغي الحذر نسبيا في هذه المسألة ، وخاصة أن هناك تفاوتا كبيرا بين الصخور من حيث قابليتها للتدوير . وكذلك لاحتمال اعادة توزيع بعض الحصى والجلاميد التي سبق تدويرها في عصر جيولوجي اقدم وساعدت التطورات الجيومرفولوجية على قدومها الى المجرى موضع الدراسة (١) .

اما عن الحمولة التي تنتقل مع المياه الجارية فعلا فتختلف طرق الحصول عليها واخذ ملاحظات عنها بحسب ابعاد النهر ونوع الحمولة . فمثلا بالنسبة للانهار الصغيرة التي يقل عمقها عن متر ونصف يمكن الحصول على عينات من قيعانها بسهولة . وذلك بان يخوض شخص في النهر ويحصل من قاع المجرى على العينات اللازمة (٢) . كذلك فانه يمكن الحصول على عينات لهذه الحمولة الخشنة من القاع بواسطة الغطس اذا كان عمق النهر لا يتعدى عدة امتار . ومما

(١) انظر تساؤل « هانويل » و « نيوسن » ، رقم ٢٦ ، شكل (٦-٢) ، ص ١٤٥ .

(٢) لبعض التفصيلات انظر « هانويل » و « نيوسن » ، نفس المرجع ، ص ١٤٢ - ١٤٣ .

يذكر ان العينات التي يحصل عليها يمكن ان تقتصر على الحصى والجلاميد فقط اذا رؤى ذلك . كما يمكن ان تكون عينات شاملة تضم الى جانب ذلك الرمال الخشنة والمتوسطة ، وربما الرمال الناعمة والطمى في حالة قلة تخطب التيار (١) .

ومن الواضح ان هذه العينات تمثل ارسابا مؤقتا وليس دائما نظرا لانها تنتقل مع المياه ، وهذه هي ما تعرف بالحمولة التي تنتقل بالجسر in traction وهي تنتقل من وقت لآخر وخاصة أثناء الفيضانات العالية . ومما يؤكد انتقالها او ينفيه التعرف على ماذا كانت مشتقة من الصخر الاصلي الذي يمر فيه النهر في الجزء موضع الدراسة ام ما اذا كانت من صخر بعيد في اعالي النهر .

اما الحمولة الدقيقة التي تضم الصلصال بصفة رئيسية والطمى ، وربما الرمال الناعمة والمتوسطة فتوجد عنها قياسات بالنسبة لبعض المجارى النهرية الكبيرة ولكن قد يتطلب الامر اخذ عينات منها بالنسبة لنهر لا توجد عنه قياسات . ويمكن في هذه الحال اخذ عينات كافية من المياه الجارية بما تحتوي من مواد عالقة ويتم تبخير المياه للحصول على هذه المواد . ومن الضروري الحصول على عينات مناسبة توفر مواد كافية يمكن تصنيفها بعد تجفيفها الى صلصال وطمى ورمال ناعمة . كذلك ينبغي اجراء تحليل مجهرى لتبين محتوياتها المعدنية مما يساعد على تحديد مصادر هذه الحمولة . ومن الواضح ان الرمال الخشنة والحصى والجلاميد لا تأتي ضمن العينات التي تؤخذ من مياه النهر . ولهذا فلا ينبغي اهمال العينات الشاملة التي تؤخذ من قاع النهر بحيث تمثل اصناف الحمولة الخشنة .

الا ان تقدير حمولة النهر الاجمالية يعد من الامور التقريبية رغم انها حسابية . ويتم حساب ذلك عادة بناء على حمولة النهر من الصلصال والطمى والرمال الناعمة فقط لانه من الصعب ان يحصل على الرمال الخشنة والحصى والجلاميد والكتل كما سبق ان تبين . ويتم تقدير ذلك بناء على مقدار ما يحتويه المتر المكعب او القدم المكعب من حمولة ثم تضرب هذه الكمية في مقدار التصريف .

اما الارساب النهرية فيصعب قياسه او تقديره وخاصة بالنسبة للمفتتات الخشنة اثناء الدراسة الميدانية . الا انه يمكن ان نورد هنا بايجاز بعض الطرق الميدانية التي تتبع في اخذ بيانات عن الارساب . وهذه الطرق هي :

(١) انظر مثلا « ستريتر » رقم ٣٨ ، ص ٤٨٨ .

١ - مسجل الصدى echo-sounder : ويستعمل مسجل صدى الصوت في قياس الأعماق . ولهذا فانه في حالة الارساب الوفير ما بين عام واخر او كل عدة أعوام يمكن عمل قطاعات لقاع المجرى لتبين الاختلاف بين المرة والتي تليها . الا ان هذه الطريقة - او أي طريقة أخرى لعمل قطاعات للمجرى - لا تصلح الا اذا كان الارساب بكميات ضخمة جدا في المجرى . وهذا قلما يحدث في الاحوال العادية . وتستعمل هذه الطريقة في قياس الارساب في الجزء الجنوبي من بحيرة السد العالي حيث يرسب معظم ما يأتي به النيل من مواد عالقة الى البحيرة .

وباجراء مقارنة بين القطاعات في كل مرة مع الاخذ في الحسبان تغير مستوى المياه يمكن الحصول على التغيرات الناتجة عن الاطماء . ويرسم قطاعات منطبعة للقاع يتضح الفرق بين القطاع عند القياس السابق والقطاع الجديد . الا انه مما يذكر ان رسم القطاعات للمقارنة على هذا النحو لا يتيسر الا في حالة الاطماء السريع . أما في حالة حدوث الارساب بمقادير صغيرة فلا يسهل عمل هذه القطاعات المنطبعة ويكتفي بالفرق الذي يسجله جهاز الصدى لتقدير سمك الارساب في القطاع موضع البحث .

ومن الطبيعي ان الباحث يمكن له ان يحدد مواضع معينة لاجراء القياسات اللازمة . ففضلا عن حاجة الباحث لقياسات على مسافات منتظمة مثلا فهو قد يرى اهمية خاصة في بعض المواضع ، مثال ذلك عند الجزر النهرية حيث يحتتمل زيادة الارساب عادة . كذلك عند الجوانب المحدبة من الثنيات النهرية حيث يزداد الارساب ايضا . الا انه مما يذكر من عيوب هذه الطريقة فضلا عما ذكر من قلة صلاحيتها في حالة الارساب البطيء هو انها قد تتضمن بعض الاخطاء احيانا . ومن بين هذه الاخطاء ان خط القطاع الذي يسلكه القائم بالقياس في المرة الاولى قد لا يطابق خط القطاع الذي يسلك في المرة التالية . وهكذا يوجد بعض الخطا لاختلاف موضع القطاعين .

ب : طريقة قياس الحمولة الدقيقة : تستعمل هذه الطريقة في قياس الحمولة وقياس الارساب ايضا مما ينقله ويرسبه النهر من طمي وحجوم صلصالية . اما الحمولة الخشنة التي تنتقل بالقفز والتدحرج على قاع المجرى فهي لا تدخل في الحساب بهذه الطريقة .

ولتوضيح كيفية اتباع هذه الطريقة نذكر أولا احدى البديهيات وهي ان حمولة النهر عند نقطة معينة قد تزيد عن حمولته عند نقطة اخرى باتجاه المصب . وفي هذه الحال فان الفرق بين الحمولتين هو مقدار الارساب في القطاع الواقع بين النقطتين . هذا مع مراعاة عدم تدخل احد الروافد بين النقطتين المعنيتين .

ولقياس نسبة او كمية الحمولة الدقيقة في موضع معين يمكن اخذ عينة او اكثر من هذا الموضع ويتم تحليلها لمعرفة النسبة المئوية للحمولة بالنسبة للمياه . وهكذا يجري تحليل عينة او عينات اخرى من الموضع الثاني . وهكذا . وبمعرفة توزيع النسبة المئوية لهذه الحمولة الدقيقة في الموضع المختلفة يمكن معرفة الارساب بناء على ذلك . فاذا كانت نسبة الحمولة الدقيقة ٢٠ / مثلا عند الموضع الاول ثم ٢٠ / عند الموضع التالي فهذا يعني ان ١٠ / من الحمولة قد ترسبت في المسافة الواقعة بينهما . وهذه النسبة المئوية ثابتة بطبيعة الحال للجبالون او للمتر المكعب او للكيلو متر المكعب (مليار م^٣) . كما يمكن حسابها بالوزن . وهكذا يمكن معرفة مقدار الارساب بالامتار او الكيلومترات المكعبة مثلا . او بالطن . بين كل نقطة والتي تليها . الا انه مما يجب ذكره ان الامام بصورة اقرب الى الصحة عن ارساب هذه المواد الدقيقة يتطلب اخذ عينات كافية وخاصة في حالة عمل خريطة لتوزيع الحمولة او الارساب .

ج : طريقة الافادة بالاستشعار من بعد : يمكن الافادة جزئيا بالاستشعار من بعد remote sensing في قياس وتوزيع الحمولة والارساب في المجرى النهري او امام احد السدود كما هو الحال بالنسبة للسد العالي . فقد سبق ان المحنا في النقطة السابقة الى تغير الحمولة من الصلصال والطين من مكان لآخر في اتجاه المصب . ويرتبط بتغير مقدار الحمولة الناعمة (طمي وصلصال) تغير في درجة العكارة اي في لون المياه . ولما كانت امكانيات تصوير الاستشعار من بعد على درجة عالية من الدقة والتفصيل في تمييز درجات العكارة . فيمكن الافادة جزئيا بهذه الوسيلة في تقدير الحمولة والارساب . وتوزيعهما في خرائط مناسبة .

فلو افترضنا ان لدينا خريطة تبين درجات العكارة على هيئة اللون مختلفة او متباينة فانه يمكن اعتبار كل لون او كل درجة من درجات اللون دليلا على مقدار معين من الحمولة الدقيقة المرتبطة بالعكارة . وبناء على ذلك فانه يمكن اخذ عدد من عينات المياه للحصول على مقدار الحمولة التي تمثل كلا من الالوان الواردة في خريطة الاستشعار من بعد . وهذا يعني بطبيعة الحال ان العينات اللازمة قد تكون اقل مما يلزم في الطريقة السابقة . كما يعني ذلك سرعة عمل خريطة تمثل توزيع الارساب فضلا عن خريطة لتوزيع الحمولة الدقيقة . ومع ان تكلفة الاستشعار من بعد لا زالت باهظة الا انه يوفر مجهودا كبيرا لاجراء خريطة او مجموعة خرائط لهذه الجوانب .

ثالثا - بيانات ميدانية عن الشكل form : هناك عدة اوجه تتضمنها دراسة الشكل . واهم هذه الالوجه هو دراسة المنحدرات عن طريق عمل القطاعات

التضاريسية الميدانية . كذلك هناك ما يعرف بالخرائطة المرفولوجية الميدانية ، أو الميدانية - العملية التي يستعان أحيانا في عملها بالصور الجوية ، والتي تركز على توزيع أشكال الانحدار . ومن المستحسن أن تحتوي هذه الخرائط بقدر الامكان على الاشكال المصنفة اصوليا على أساس البيانات الميدانية مثل المصاطب النهرية ، والمروحات العرينية وغيرها . وإذا لم يتيسر الجميع بين بيانات الانحدار وهذه التصنيفات الاصلوية فيستحسن عمل خريطة أخرى أو أكثر لقوضيح أشكال السطح على أساس اصولي ميداني .

فتقليلا لازدحام الخريطة ولسهولة اخراجها واستعمالها فيمكن أن تركز الخريطة المرفولوجية على المنحدرات فقط دون اضافات أخرى وذلك على نحو ما يقترح « ووترز » و « سافيجير » . وفي هذه الحال فيلزم أخذ بيانات ميدانية عن كل من أشكال السطح الثانوية على أساس اصولي لتمثيلها في خرائط أخرى مرفولوجية أو على الاصح خرائط جمرولوجية ، أو لاعطاء وصف تفصيلي عن هذه الاشكال كتابة .

وليس هناك اتفاق كبير على طريقة عمل القطاع التضاريسي . فمن حيث المسافات المقاسة يمكن أن تتراوح بين متر واحد أو حتى أقل وعشرات الامتار . ويتوقف هذا على بضعة أمور من أهمها الطول الكلي للقطاع المقاس ، ومقدار تغيرات وكسور الانحدار changes & breaks of slope ، والهدف من عمل القطاع . والوقت المخصص لعمل القطاع أو القطاعات المطلوبة . وهناك من الباحثين من يرى أن تكون المسافات المقاسة موحدة كأن تكون كل عشرة امتار أو كل عشرين مترا مثلا . بينما هناك من يرى ضرورة الاهتمام بكل تغيرات وكسور الانحدار بحيث تكون هذه التغيرات والكسور مواضع تبدأ وتنتهي عندها قياسات القطاع . أما في المسافات التي لا توجد بها تغيرات أو كسور فيمكن استعمال مسافة ثابتة كأن تكون كل ٢٠ أو ٣٠ متر مثلا .

كذلك هناك بعض الاختلاف حول طريقة تحليل ومقارنة القطاعات المختلفة . فهناك من يرى الاكتفاء بتحليل ومقارنة القطاعات مرسومة في وضع متتابع . أو كقطاعات منطبعة أو غيرها . وهناك من يرى تحليلها ومقارنتها بطرق احصائية من بينها ما يقترحه « بينج » فيما أسماه ببرنامج كمبيوتر لتحليل الانحدار (١) . وهناك اتفاق بين أغلب الباحثين على الاكتفاء في القياس بميزان « أبني » ، والشريط بالاضافة الى الشواخص (٢) . والمعروف أن ميزان « أبني » يقيس

(١) راجع « نيونيهويس » ، رقم ٣٢ ، « سافيجير » ، رقم ٣٤ ، « بينج » ، رقم ٤٠ .

(٢) يمكن الاستغناء عن الشواخص في حالة وجود مرافق أو أكثر للمباحث .

الى نصف درجة ، بل هناك من بعض اصنافه ما يقيس الى عشر دقائق . وليس من الضروري في دراسة القطاعات ان ننشد الدقة لاقل من نصف درجة باستعمال أجهزة مساحية أخرى . وتستثنى من ذلك بطبيعة الحال دراسة قطاعات المناطق شبه المستوية حيث يصبح ميزان أبني أو ما شابهه من الأجهزة الصغيرة غير مناسب بحيث يفضل عمل ميزانية levelling اذا دعت الحاجة .

ومما يستحسن التذكير به هنا ان هناك بضعة أجهزة أخرى لقياس الانحدار (والميل) ولا مانع من استعمال أي منها في عمل القطاعات . من هذه الأجهزة بوصلة « برنتون » الحاوية لميزان لقياس الانحدار والميل . كذلك هنالك بعض الأجهزة الأخرى التي سبق ذكر بعضها في معرض الكلام عن بعض الأجهزة اللازمة للدراسة الميدانية .

أما الخريطة المرفلوجية التي تركز على المنحدرات فهي يمكن عملها بالمسح الميداني ولكن يمكن عملها أيضا من الصور الجوية . وفيما يتعلق بالنوع الميداني فيقوم على إجراء مسح تفصيلي للمنطقة المعنية بحيث يوقع على خريطة طبوغرافية كل ما يمكن من تغيرات وكسور الانحدار ، والاقسام المحدبة والمقعرة . كما تقاس بعض درجات الانحدار واتجاهه وتسجل في الخريطة . ثم يمكن إضافة بعض نقاط المناسبة أو حتى بعض خطوط الكنتور عند اخراج الخريطة نهائيا . وفيما يتعلق بالرموز التي يمكن استعمالها في هذا النوع من الخرائط فيمكن اتباع ما اقترحه « ووترز » ، أو « سافيجير » (١) .

أما اذا تضمنت البيانات الميدانية جوانب أصولية عن أشكال السطح - وهذا هو ما يحدث عادة - فيستحسن الاستعانة ببعض الرموز الأخرى عند عمل خريطة أو خرائط جمرفلوجية تمثل ذلك . ومن هذه الرموز ما ورد مثلا في كتاب المعهد الدولي للمسح الجوي وعلوم الأرض بهولنده (٢) . كذلك لا مانع من الاستعانة بما يراه الباحث مناسبا من رموز وردت في بحوث أخرى ، بل فسي الامكان كذلك اقتراح بعض الرموز الخاصة اذا كان ذلك اكثر مناسبة .

رابعاً - بيانات ميدانية عن التطور : ان تطور أشكال السطح وكذلك تطور قدرة ونوع عوامل وعمليات التعرية جوانب رئيسية فسي الدراسة الجمرفلوجية . والواقع ان أخذ بيانات ميدانية فضلا عن تحليل الخرائط والصور الجوية ، الخ

(١) انظر سافيجير ، رقم ٣٥ ، أو مثلاً طه جاد ، رقم ١١ ، الجزء الثاني .

(٢) انظر I. T. C. ، رقم ٢٨ .

من الجوانب التي تناولناها في النقاط الثلاث السابقة لما يساهم في تبين بعض جوانب التطور . ومع ذلك فإن التركيز أكثر على دراسة التطور في منطقة ما قد يكون موضع اهتمام خاص من الباحث لسبب أو لآخر . من بين هذه الأسباب أن تكون منطقة الدراسة ذات تاريخ جمرولوجي قديم وتشير الأدلة الميدانية إلى احتوائها على أدلة كثيرة عن التعاقب الجمرولوجي . وقد يكون الاهتمام بهذا الجانب ذا فائدة في القاء الضوء على المناطق المحاورة . أو حتى المناطق البعيدة نسبيا في بعض الحالات .

وتختلف البيانات الميدانية التي تحدم هذا الجانب من منطقة لأخرى ، فكل منطقة لها ظروفها الجمرولوجية . ومن بين ما يذكر كعناصر جمرولوجية لها دلالتها التطورية ما يعرف بالفصيلات outliers والدخيلات inliers وسطوح عدم التوافق . والمصاطب النهرية . ونقط التجديد ، وسطوح التعرية ، وبعض علامات الأسر النهرية . وأوضاع وأنسواع الحصى والجلاميد والكتل الضخمة المنقولة . الخ . وكل من هذه العناصر يمكن أن تجمع عنها ملاحظات ميدانية تفصيلية بعضها قد لا يتوفر بأي وسيلة أخرى .

ولضيق المجال ليس من المستحسن أن نتناول ما يمكن تسجيله ميدانيا عن كل تلك العناصر ذات الدلالة في دراسة التطور . إلا أنه من الممكن أن نسوق بعض الأمثلة للتدليل على أهمية الدراسة الميدانية في استيضاح التطور .

المثال الأول أنه يمكن أن نجد شكلا تضاريسيا دقيقا قد لا يكون كثير التكرار في منطقة ما ومن ثم فهو لا يشكل مظهرا جمرولوجيا هاما من حيث مقدار التوزيع المكاني أو من حيث التضرس . ولكنه مع ذلك قد يتضمن أدلة هامة تخدم دراسة التطور كثيرا ، ولا تظهر إلا بالدراسة الميدانية . من هذه الأدلة أن هذا الشكل التضاريسي الصغير قد يكون من ارسابات سطحية قديمة متماسكة نسبيا عادة ما تكون لها أهميتها في تحديد نوع عامل وعمليات التعرية وظروف الارساب في وقت سابق . فضلا عن الافادة بالخصائص المعدنية والطبيعية للارسابات القديمة فإن بنية هذه الاشكال الثانوية المرتبطة بالارسابات القديمة قد ترجح شيئا عن ظروف الارساب وما ساد من عوامل وعمليات تعرية في المنطقة وما جاورها . فالطباقية الكاذبة false bedding مثلا لها دلالتها الخاصة ، والطباقية الرقيقة الافقية لها دلالتها كذلك . الخ .

مثال آخر هو ان أحد الكاتبين قد لاحظ في إحدى الرحلات العلمية (١) الى

(١) رحلة علمية لطلاب الفرقة الثالثة بقسم الجغرافية بأداب عين شمس الى مصر الوسطى في ربيع عام ١٩٧٧ (بإشراف د . طه جاد والسيد عبدالعزيز عبدالمطيف) .

مصر الوسطى وجود جلاميد وحصى ناري مستدير ، بسمك يزيد عن خمسة أمتار في موضع على المنحدرات الجنوبية الشرقية « جبل » أبو صير . ونظرا لكثرة الجلاميد التي يبلغ طول محورها بعضها نحو - ١٠ سم ، ووقوع هذه الارسابات في وسط السهل الفيضي الى الغرب من مجرى النيل فان هذه الارسابات تعد ذات أهمية بالغة في تتبع التطور الجيومورفولوجي لمنطقة مصر الوسطى . وبصرف النظر عما ترجحه هذه الارسابات من أوضاع جيومورفولوجية قديمة لا مجال للكلام عنها الآن فان هذه الارسابات لا يمكن أن تمثل في الخرائط العادية كما لا يمكن أن تظهر في الصور الجوية بمختلف أنواعها على حين أنها صودفت أثناء الدراسة الميدانية .

مثال ثالث مما لاحظته أحد الكاتبين أثناء بعض الدراسات الميدانية الى الجنوب الغربي من سهل الزيات بين الخارجية والداخلية في مصر بعض جلاميد وحصى من حجر جيري شبه متبلور في منطقة تنحدر باتجاه الشمال . ونظرا للانحدار في هذا الاتجاه فمن المرجح أن هذه الجلاميد والحصى لم تأت بها المياه الجارية من ناحية المنحدر الرئيسي الذي تتكون قمته من ذلك الحجر الجيري شبه المتبلور . والحقيقة أن هذه المفتحات على قلة انتشارها فان لها أهميتها البالغة في الاستدلال على بعض التطورات السابقة كتراجع المنحدرات الرئيسية الى الشمال من نطاق درب الفبارى بطريقة شبه متوازية مع ازدياد عمق المنخفض التالي المجاور لحضيض تلك المنحدرات . ومن الواضح أن هذه الجلاميد والحصى لا يمكن أن تتوفر عنها بيانات الا بالدراسة الميدانية في المقام الاول .

مثال رابع هو أنه قد لوحظ أثناء إحدى الرحلات العلمية الى منطقة الساحل الغربي لخليج السويس والبحر الأحمر (١) وجود بنية مشطوفة truncated في الجزء الأدنى الايمن من وادي عربه (بالتحديد في أقصى الجنوب الشرقي من قاع الوادي بالقرب من الطريق المؤدي الى دير انطونيوس) . وتتكون صفور هذه البنية المشطوفة من طبقات تميل في اتجاه الجنوب الغربي ميلا طفيفا وتعلوها ارسابات سطحية حديثة بسمك يتراوح بين متر ومترين في كثير من الربوات التي توجد في ذلك الموضع . وبصرف النظر عن تأريخ هذا الوضع فان ظواهر الطبقات المائلة المشطوفة لا يمكن أن تظهر في أي خرائط أو أي صور جوية نظرا لوجود الظواهر الصخرية في منحدرات شديدة . والواقع أن أي منحدرات شديدة لا تتوفر عنها بيانات كافية من الخرائط والصور الجوية على حين أنه يمكن جميع بياناتها بالدراسة الميدانية ولو ببعض الجهد .

(١) رحلة علمية لطلاب الفرقة الرابعة بقسم الجغرافية باداب عين شمس الى المنطقة المذكورة في ربيع عام ١٩٧٧ (بإشراف د . نبيل امبابي و د . طه جاد)

٢ - جمع العينات وتحليلها

يدخل جمع العينات ضمن العمل الميداني في الدراسة الجيومرفولوجية . ولكن لعله من المستحسن أن نتناول هنا ما يتعلق بجمع العينات تحت هذا العنوان مع ما يتعلق بتحليل العينات معمليا زيادة في ربط هذين الجانبين .

ولعله يتبين مما سبق أن تحليل الخرائط والصور الجوية والدراسة الميدانية هي أعمال من صميم مهمة الجغرافي - الجيومورفولوجي بينما التحليل المعملي بمختلف أنواعه ليس من عمل الجغرافي - الجيومورفولوجي في المقام الأول .
فهناك من غير الجغرافيين وغير الجيومورفولوجيين من هم أكثر تخصصا في التحليلات المعملية المختلفة التي يلزم الاستفادة بها من الوجهة الجيومورفولوجية .
فالمختصون في التربة مثلا لديهم الوسائل والخبرة في تحليل التربة (المفتتات والارسابات السطحية) كيمائيا وميكانيكيا . كذلك فإن الفحص المجهرى المعدني وللحفريات الدقيقة هو من عمل الجيولوجيين بصفة رئيسية . الخ .

ومع ذلك فإنه من المستحسن للجيومورفولوجي أن يلم الى حد ما بأهم وسائل التحليل المعملية والجوانب المختلفة للتحليل . والهدف الرئيسي لذلك هو الاستفادة من هذه الوسائل بقدر الامكان ولو كان ذلك بالاستعانة بالغير في التوصل الى بعض البيانات المعملية التي تساهم عادة بالخروج بنتائج أكثر دقة . وعلى الباحث في هذا الجانب أن يجمع العينات المختلفة التي يتوقع أن تكون ذات أهمية خاصة في منطقة أو موضوع دراسته . ثم على الباحث أن يحدد الهدف من أوجه التحليل للعينات المختلفة . ويعتبر اختيار العينات وتحديد الهدف من تحليل كل منها وكذلك وسيلة التحليل من أهم ما يؤخذ في الحسبان . وفيما يلي بعض ما يتعلق باختيار العينات والهدف من هذا الاختيار ثم عرض لأهم وسائل التحليل المفيدة للدراسة الجيومورفولوجية .

هناك أصناف مختلفة من العينات التي تهتم الجيومورفولوجي من أهمها عينات الصخر الأصلي وعينات الارسابات والمفتتات السطحية بما فيها عينات الاشكال الرملية كالكتبان والحواف والتعوجات الرملية sand ridges; sand ripples وهناك بضعة أهداف يتوقف عليها اختيار العينات لعلها تظهر من خلال المناقشة التالية . ففيمما يتعلق بعينات الصخر الأصلي يعد التعرف على الكونيات المعدنية جانبا هاما في لقاء الضوء على مقدار وكيفية الاستجابة لعمليات التفكك والتحلل وعمليات النحت . ومن المعلوم أن أخذ عينات من الصخور التي لم يسبق التعرف عليها جيدا يعد أمرا ضروريا أما في حالة الصخور المعروفة فيمكن

التقليل نسبيا من عيناتها مع جمع بيانات أخرى عن بقية الجوانب البنيوية للصخر .

والواقع أنه يوجد تفاوت في التركيب المعدني الكيماوي للصخر الواحد من منطقة لأخرى بحيث لا ينبغي إهمال عينات الصخر الأصلي إهمالا تاما . فهناك مثلا ما يبدو كطفل shale ولكنه قد يكون طفلا كلسيا أو مارل ، أي يحتوي على نسبة من الكلس إلى جانب مكوناته الصلصالية التي تختلف هي الأخرى إلى حد ما من صخر طفلي أو مارلي إلى آخر . وما قيل عن الطفل يقال عن صخور أخرى فالحجر الجيري قد لا يحتوي على نسبة تذكر من الشوائب كما قد تصل هذه النسبة إلى ١٠٪ أو نحو ذلك . وفي المناطق التي لم تسبق دراستها دراسة جيولوجية كافية قد يحدث خلط بين صخر وأخرى مختلف تماما . فهناك من الصخور ما تتشابه جدا في المظهر الخارجي ولكنها تختلف تماما .

ولأخذ عينة من الصخر الأصلي على نحو سليم يكسر جزء من الصخر غير متأثر بالتفكك والتحلل بقدر الامكان . ويستعمل الشاكوش الجيولوجي المعروف في الكسر . ومع هذا فمن الضروري عادة تسجيل ملاحظات عن تأثير التفكك والتحلل في السمك السطحي من الصخر . وقد يكون هناك ما يعرف بالورنيش varnish الذي قد تكون له أهمية خاصة مما يتطلب أخذ عينات منه إن أمكن وخاصة إذا كان بسمك مرموق .

وفيما يختص بالمفتتات والارسابات السطحية فهي تختلف في السمك والتوزيع وحجوم مكوناتها من مكان لآخر . ومن الواضح أن الكلام هنا يختص بالمفتتات والارسابات التي يمكن أخذ عينات منها بهدف تحليلها معمليا . فلا مجال لأخذ الكتل والجلاميد الضخمة ويكتفى بتدوين ملاحظات ميدانية عنها بينما تؤخذ عينات من المفتتات الدقيقة والارسابات في الأكياس التي سبق وصفها .

وهناك توزيعات مختلفة للمفتتات والارسابات السطحية التي تتطلب التحليل المعملي (صلصال ، طمي ، رمل ، حصى ، فضلا عن الارسابات الكيميائية) . فهناك مثلا من المفتتات والارسابات ما يوجد في قيعان المنخفضات الصحراوية والجبلية ، وقيعان الأودية النهرية ، والمناطق الساحلية ، وحتى على بعض مساحات الهضاب والتلال . الخ . كما أن هناك ما قد يوجد في بعض الشقوق والفواصل الواسعة نسبيا من مفتتات موضعية أو ارسابات تالية .

ومن أهداف تحليل عينات المفتتات والارسابات السطحية مقارنتها بالصخر الأصلي لمعرفة ماذا كانت منقولة أم محلية . كذلك قد يهدف الباحث التي تتبع بعض العمليات الكيميائية والميكانيكية التي تأثرت بها المفتتات أو الارسابات .

ويصبح التحليل ضروريا في حالة دقصة مكونات الارسابات السطحية وعدم احتوائها على مفتتات خشنة تساعد على تبين مصدرها . ومن الطبيعي أن توجد حالات يسهل فيها البت ما اذا كانت الارسابات موضعية أم منقولة على حين أن ذلك يصعب في حالات أخرى . ولدراسة هذا الجانب يتطلب الأمر تحليلا معدنيا لكل من الصخر الاصلي والارسابات السطحية بقصد مقارنة معادن كل منهما بالآخرى .

وهناك حالات يتبين فيها أن المواد السطحية الدقيقة تحتوي على معظم المعادن التي يحتويها الصخر الاصلي . وهذا يرجح أو يؤكد أن هذه المواد السطحية مشتقة من صخور الموضع ذاته وقد لا تكون هذه المواد متأثرة كيميائيا بصورة شديدة مما قد يعزى إلى ضعف عمليات التحلل الصخري ونشاط التفكك الميكانيكي ، كما قد يعزى إلى شدة مقاومة هذه المعادن للتحلل . ومما يساعد على الفصل بين الاحتمالين ما يعرف عن خصائصها الكيميائية في العمل وكذلك ما يعرف عنها من دراسات أخرى في مناطق أخرى .

بينما هناك حالات تختلف عن ذلك حيث يتضح أن كثيرا من المعادن التي يحتويها الصخر الاصلي ليست ممثلة في الارسابات السطحية . ومن الطبيعي أن هذا قد يؤدي إلى التفكير بأنها قد تكون منقولة . إلا أن هذا من الممكن أن يحدث للمواد السطحية الدقيقة نظرا لشدة قابلية معادن الصخر الاصلي لعمليات تحليل واسعة النطاق ، وخاصة إذا ساعد عنصر الوقت والظروف المناخية على ذلك .

من الواضح إذن أنه إذا وجدت معظم معادن الصخر الاصلي في المسود السطحية الدقيقة فهذا يرجح أنها موضعية . بل قد يشير وجود معدن أو بضعة معادن قليلة مميزة إلى أنها موضعية في ضوء عدم وجود هذه المعادن المميزة إلا في هذا الموضع ولا يوجد مصدر قريب لها . ومن الطبيعي أن نجد بعض المواد السطحية الدقيقة خالية من معادن وأملاح سريعة الذوبان أو التحلل على حين أنها تضم بعض المعادن شديدة المقاومة للتحلل مثل الكوارتز ، والفلسبارات ، إلى جانب بعض المعادن الثانوية التي أعيد تكوينها محليا مثل الكالسيت والليمونيت والدولوميت والمعادن الصلصالية .

وفي ضوء ما تقدم فإن مقارنة المعادن المكونة للصخر الاصلي بمعادن المواد السطحية الدقيقة التي نعلوه تفيد في التعرف على مصدرها . ويتضمن هذا أيضا تسهيل التعرف على بعض عمليات التحلل التي قد تؤخذ كمؤشر إلى مائية السطح والظروف المناخية وما يرتبط بها من خصائص عمليات وعوامل التعرية . وهذا يعتبر كذلك من الاهداف الهامة لآخذ العينات السطحية وتحليلها .

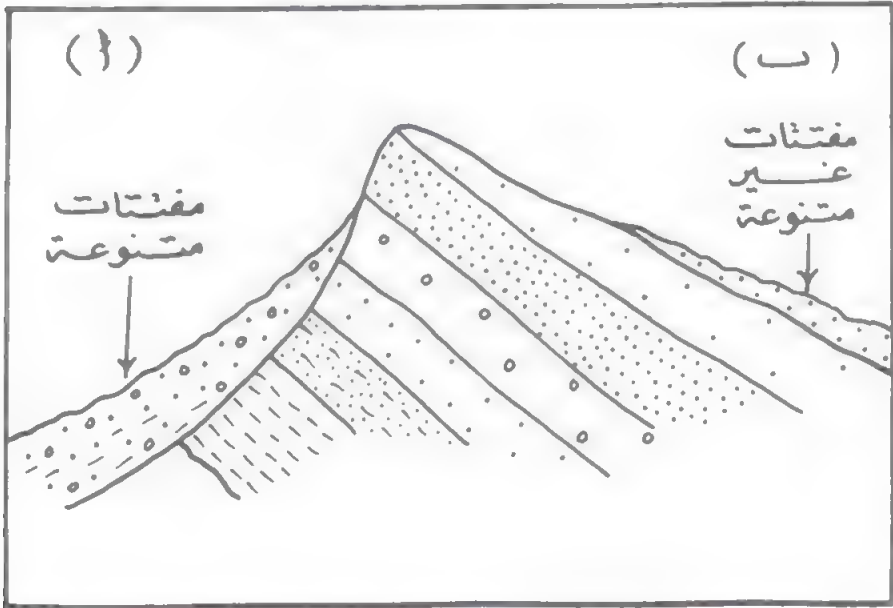
ولتوضيح هذا الهدف الاخير اكثر نقول انه قد نجد مثلا بعض المواد السطحية الدقيقة في موضع ذي صخور قابلة للاذابة جزئيا فاذا كانت تلك المواد السطحية الدقيقة حاوية لمعادن شديدة المقاومة التي توجد في الصخر الاصلي ولا تحتوى على المعادن او المعادن القابلة للاذابة فهذا يعني تعرض الصخر للاذابة مع تسريب المواد المذابة في اتجاه الماء الجوفي . وهذا يشير الى احتمالين هما توفر المياه من ناحية وتسربها الى الاعماق من ناحية اخرى . ويتضح هذا بالنظر الى اراضي بعض المناطق المدارية المطيرة حيث يوجد اللاتريت مثلا . بل توجد هذه الظاهرة في بعض المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية الحالية حيث سادت ظروف اقل جفافا فيما مضى ساعدت على تكوين التربة الحمراء terra rossa . ومن البديهي ان الاحوال المناخية الرطبة ترتبط بها عمليات تحلل نشطة من ناحية ، وربما تعرية نهرية من ناحية اخرى . اما اذا وجدت مواد سطحية دقيقة تحتوي على نسبة مرموقة من المعادن والاملاح القابلة للذوبان والتي يتكون منها الصخر الاصلي فهذا يشير الى ضعف التسرب الى الاعماق ويرجع زيادة التبخر .

والامثلة التي تختلف فيها مكونات المواد السطحية عن مكونات الصخر الاصلي كثيرة . ولكن اهمها الارسابات النهرية والهوائية والجليدية وبعض الارسابات الساحلية التي تتعرض للتيارات البحرية . وليس في الامكان ان نفصل في الكلام عن العينات التي تلزم في دراسة هذه الارسابات . ويمكن الرجوع للتفصيلات عن هذه الارسابات في كتابات اخرى . الا انه يمكن ان نلمح الى الارسابات الينبوعية لقلة ما يكتب عنها نسبيا . فتتخذ الارسابات الينبوعية اشكالا مختلفة بعضها على هيئة ربوات مرتفعة حول فتحة الينبوع وبعضها في صورة ارسابات تملأ الشقوق والمفاصل التي تآثرت بخروج المياه الجوفية ، بينما ينتشر بعضها في امتدادات غير منتظمة من ارسابات ينبوعية تختلط ببعض مفتتات الصخر الاصلي . ومن بين اهداف تحليل عينات الارسابات الينبوعية التأكيد اولا من اصلها الينبوعي ، وتبين توزيعها وسمكها في منطقة الدراسة مع الربط بما يخرج من مياه جوفية الى السطح في الوقت الحاضر . فمن الممكن ان تكون هذه الارسابات راجعة الى ظروف اقدم كانت المياه الجوفية اثناءها اكثر ارتفاعا . والتوصل الى ذلك يعتبر نتيجة هامة لارتباط مستوى المياه الجوفية بالظروف المناخية من ناحية ، وبمستوى سطح البحر في بعض الحالات من ناحية ثانية ، ولتأثير هذه المياه الخارجة الى السطح في بعض اشكال السطح الثانوية على الاقل في منطقة خروجها ، من ناحية ثالثة .

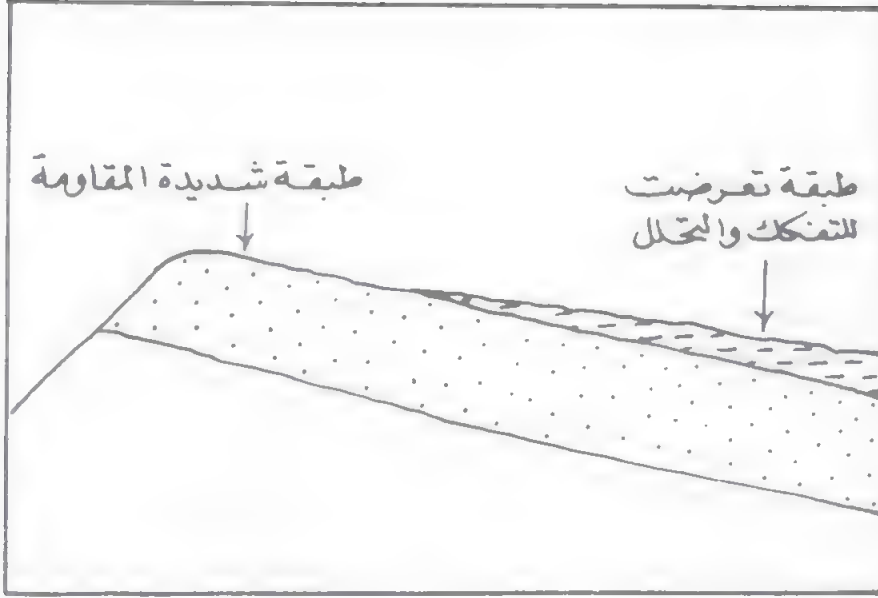
ومما تجدر الاشارة اليه ان الباحث عليه ان يفيد من خلفيته الدراسية عند جمع العينات للمقارنة حتى يصل الى ارجح الاحتمالات . فعلى سبيل المثال

عليه ان يضع في حسابه مثلا ان عينات المفتتات الصخرية عند حضيض المنحدر تضم ما اشتق من كل الظواهر الصخرية الموجودة في هذا المنحدر ، شكل (١٣) . كذلك فانه في حالة الكوستات وظهور الخنازير (الهجياكات) hog-backs التي يرتبط فيها الانحدار بالميل تماما في منحدر الميل من المتوقع في الحالات العادية ان توجد مفتتات اشتقت في معظمها من الطبقة الصلبة الممتدة في منحدر الميل ، شكل (٢ب) . اما اذا وجدت مفتتات ذات معادن مختلفة عن معادن السطح الصخري الموجود فهذا يشير الى احد امرين : الاول هو انها مفتتات منقولة والثاني هو احتمال ارتباطها بطبقة صخرية ضعيفة تعرضت للتفكك والتحلل ولم يتخلف منها في صورتها الاصلية على السطح شيء يذكر ، وبذلك تكون هذه المفتتات موضعية بالمعنى الحرفي للكلمة ، شكل (٤) .

كذلك فان ارسابات الاجزاء الدنيا التي يأتي بها الجريان المائي (الانهار والسيول في الودية الجافة) قد تتضمن بعض الخصائص التي تلقى ضوءا على تطور الشبكة النهرية . فعلى سبيل المثال اذا صادف الباحث في القطاع الراسي للارسابات (على جانب مصطبة مثلا او عن طريق الحفر) تتابعا رسوبيا يحتوى على تغيرات واضحة فان هذه التغيرات تؤخذ كمؤشر الى بضعة احتمالات . من بين هذه الاحتمالات ما يتعلق بقدرة النهر على الحمل التي تنعكس



شكل (٣) مقدار تنوع المفتتات بحسب ظواهر الصخور



شكل (٤) مفتتات موضعية تندرج عن تفكك وتحلل طبقة واحدة

في حجوم هذه الارسابات القديمة نسبيا . فاذا كانت تحتوى على حصى وجلياميد وكتل بنسبة كبيرة فهذا يشير الى قدرة النهر الكبيرة على النقل والعكس صحيح . كذلك فان تدرج الحجوم يشير الى تدرج قوة النهر .

وفضلا عن هذا فان نوع مكونات هذه الارسابات قد يشير الى تغيرات حدثت في الاجزاء العليا من الشبكة النهرية . فعلى سبيل المثال من الممكن ان يشير وجود نوع من الارسابات المكونة من معادن او صخور معينة الى حدوث اسر نهري في اعالي الشبكة النهرية . هذا بحيث اضيف الى حمولة هذا النهر نوع جديد من المفتتات الصخرية كنتيجة لضم جزء من شبكة نهريه اخرى . وهكذا لا يتم التوصل الى هذه الحقيقة فقط بل ربما يفيد الباحث من ذلك في التوصل الى تأريخ ما - على الاقل تأريخ نسبي - عن حدوث الاسر . كذلك فان هذه الظاهرة - اي وجود ارسابات من نوع جديد في القتابع الرسوبي في الجزء الأدنى من الوادي - قد تعزى الى التعميق الراسي في اعالي الشبكة النهرية . بحيث وصل مجرى او اكثر من هذه الشبكة الى صخر كانت تغطيه صخور اخرى . ومن ثم لم يكن ذلك الصخر يساهم في حمولة النهر . ومثل هذه الاعتبارات من الضروري

ان توضع في حسيبان الباحث عند اخذ عينات الارسابات السطحية ، وخاصة الارسابات الدقيقة التي لا تعرف مكوناتها المعدنية وشكلها بالعين المجردة اثناء الدراسة الميدانية .

وتعد عينات الارسابات الرملية التي تؤخذ من الاشكال الرملية في الصحاري ذات اهمية خاصة نظرا لان الرمال في اشكالها المختلفة تمثل مظهرا رئيسيا فسي الصحراء . ومن الصحيح انه قد يصعب احيانا تحديد العامل الذي نقلها اذا كنا بصدد منطقة غير صحراوية . ولكن هذا لا يعتبر مشكلة في الصحراء ، وذلك بحيث يمكن القول ان معظم الرمال في الصحاري تأثرت بالنقل الهوائي بدرجة ما .

الا ان هناك أهداف أخرى لاخذ عينات رملية من المنطقة الصحراوية ، موضع البحث . ومن أهم هذه الاهداف معرفة مصدر الرمال . ومن الصحيح ان هناك عدة سبل للتوصل الى ذلك وخاصة، الاستعانة بدراسة الاتجاه السائد والاتجاهات الثانوية للرياح مع دراسة تفصيلية لقوة الرياح . الا ان تحليل العينات الرملية معمليا لمعرفة مكوناتها المعدنية يعتبر من الخطوات الهامة في الاستدلال على مصدر هذه الرمال ، وذلك بمقارنتها معدنيا بالصخور التي يحتمل ان تكون مصدرا لها ، أي تلك الصخور الواقعة في الجهات التي تهب منها الرياح .

ومن ناحية ثانية فان دراسة مقدار تدوير الحبيبات الرملية يساهم في معرفة المصدر وما يضاف الى الكتبان الرملية من رمال اثناء تقدمها . ففي ضوء ما هو مرجح من أن التدوير يصبح جيدا بواسطة النقل الهوائي لمسافة نحو عشرة كيلو مترات فيمكن اذن ان تحلل العينات الرملية للتعرف على نسبة التدوير . فاذا كان التدوير كاملا في معظم العينات فهذا يعني ان معظم الرمال قادمة من مسافة تزيد عن عشرة كيلومترا والعكس صحيح . وبصفة عامة يمكن اخذ تدرج نسب التدوير كدليل تقريبي على تدرج نسبة الرمال القادمة من المواضع المختلفة التي تمر فيها الكتبان . فمثلا اذا كانت نسبة التدوير في رمل نطاق من الكتبان تبلغ ١٠٠٪ في منطقة ما من هذا النطاق ثم ٦٠٪ في منطقة قبلها فهذا يرجح ان رمال المنطقة قادمة كلها من خارج هذه المنطقة . أما في الحالة الثانية فنحو ٤٠٪ من الرمال قادمة من نفس المنطقة (في حدود ١٠ كم أو أقل) ، وهكذا .

ومع ذلك فلا يصح الاعتماد على الجانبين السابقين اعتمادا كاملا في تحديد مصدر الرمال . فمما يذكر ان هناك من المناطق ما تحتوي على صخور رملية الطابع (الحجر الرملي بدرجاته) تتفكك الى رمال جيدة الاستدارة قبل ان تنقلها الرياح . كذلك فان الرمال الساحلية تتميز بالاستدارة الى حد ما بحيث لا يستغرق تدويرها جيدا بفعل النقل الهوائي وقتا طويلا او مسافة كبيرة . وذلك

على غير ما هو الحال بالنسبة لرمال مشتقة مثلاً من صخر اصلي كالجرانيت .
ولذلك فمن الضروري ان يستعان بكل الوسائل والادلة الممكنة في تحديد مصدر
الرمال وان كان ذلك يتطلب مجهودا دراسيا كبيرا .

وهناك بضعة اوجه لتحليل المواد السطحية تحليلا معمليا . اول هذه الواجه
هو تحليل الحجوم ، فتصنف كل من العينات الى عدة اصناف بحسب الحجم .
وفيما يتعلق بالحصى والرمال يمكن اتباع الغربلة الجافة dry sieving .
وتتلخص خطوات تحليل الرمال في اخذ عينة وزنها ١٠٠ او ٢٠٠ جرام وتوضع
العينة في الغربال العلوي من مجموعة غرابيل متتابعة رأسيا تتدرج فتحاتها بحيث
يكون الغربال السفلي هو أضيق الغرابيل من حيث الفتحات . ويستحسن استعمال
الغرابيل الاوتوماتيكي حتى تتعرض كل العينات لنفس القدر من المعالجة .
وتستمر الغربلة لكل من العينات نحو $\frac{1}{2}$ او $\frac{1}{3}$ ساعة . وتوزن بعد ذلك الكمية التي
تخلفت في كل من الغرابيل . ثم يحسب مجموع وزن اقسام العينة في كل الغرابيل
ويضاهى بالوزن الاصلي للعينة عندما وضعت في الغربال الاول للتأكد من دقة
النتيجة .

وفضلا عن ذلك فهناك وسيلة اخرى يستحسن اتباعها في تصنيف عينات
الرمال الناعمة نسبيا . وهذه هي استعمال انبوبة « امرى » Emery التي
تستعمل في قياس سرعة ترسيب الحبيبات الدقيقة في الماء . ذلك ان سرعة
الترسيب تتوقف على حجوم الحبيبات . كذلك هناك وسيلة اخرى هي قياس
الحجوم باستعمال الميكروكوب . الا ان هناك بعض التفاوت في النتائج بين
الوسائل المختلفة . وقد اوضح ذلك « پول » D. M. Pool بواسطة بعض
التجارب التي تبين منها ان الوقت الذي يستغرق في الترسيب يختلف اذا وضعت
حبة واحدة في الماء عما اذا وضعت كمية من الحبات بنفس الحجم . فالحبة
المنفردة تستغرق وقتا اقصر . كذلك من نتائج ان القياس الميكروسكوبي للحجوم
يختلف في نتيجته الى حد ما عن نتيجة التصنيف بالغرابيل (١) .

ومن ميزات استعمال الميكروكوب انه يمكن فحص الشكل والاستدارة فضلا
عن الحجم ويمكن التعبير عن البيانات الخاصة بالحجم في صورة جدول يمثل
العدد (التكرار) بحسب الحجوم المختلفة للحبيبات . ولكن من عيوب هذه
الطريقة انها تستغرق وقتا طويلا وجهدا كبيرا ، كما تستلزم تحويل البيانات
الخاصة بالحجم الى بيانات عن الوزن لامكان المقارنة بنتائج اخرى . اما انبوبة

(١) « كوشلين كنج » ، رقم ٢٩ ، ص ٢٧٤ - ٢٧٥ .

الترسيب فمن ميزات السرعة والسهولة ، فضلا عن ان فيها بعض الشبه بالترسيب الفعلي في الطبيعة في بعض الحالات . ومن عيوبها ان العينة التي توضع في الانبوبة تميل الى الترسيب دفعة واحدة مما يعطي نتائج غير دقيقة ، كما ان النتيجة التي يتم التوصل اليها تختص بالوزن وليس بالحجم . اما الغريلة فمن ميزات السرعة ايضا ، ونظرا لاستعمال الغريلة على نطاق واسع بين المهتمين فيمكن اجراء بعض المقارنات . ولكن من عيوب الغريلة ان شكل الحبيبات يؤثر على مرور الحبيبات من فتحات الفرايل مما يؤثر بدوره على نتائج الحجم ، بالاضافة الى انها لا توضح شيئا عن الكثافة .

ولتحليل عينات اكثر نعومة (صلصال وطمى) فيمكن استعمال الهيدروميتر والماصة pipette . وهناك بعض التفاوت في النتائج بين الطريقتين . الا ان النتائج تتشابه بينهما فيما يخص بتحليل عينات معلق التربة (خليط الارسابات الدقيقة بالمياه) بتركيز يتراوح بين ٢٤ و ٦ جرام / للتر ، وذلك في الحجم الذي تتراوح بين الطمي المتوسط medium silt والصلصال المتوسط (طمي متوسط ، وطمى ناعم ، وطمى ناعم جدا ، وصلصال خشن ، وصلصال متوسط) .

ويراعى عند تحليل العينات ان تؤخذ المقاييس المتفق عليها كدليل لتحديد مجموعة الفرايل او لاختد القراءات بقياسات الترسيب . ومن هذه المقاييس : الدليل البريطاني العام ، الذي يصنف فئات الحجم كما في جدول (١) .

جدول (١) تصنيف الحجم بحسب الدليل البريطاني العام

الحجم السائد بالمليمترات	الصنف
٢٠٠	الاحجار (الجلاميد)
٦٠	زلط cobbles
٢-٦٠	حصى gravels
٠.٢-٢	خشنة
٠.٢-٢	رمال متوسطة
٠.٢-٢	ناعمة
٠.٠٢-٠.٢	طمى
اكثر من ٢٠ ٪ من الحبيبات قطرها اقل من ٠.٠٢	صلصال

كذلك هناك مقياس « ونتويرث » Wentworth ومقياس اخر لوغارتمي
 كن استعمالهما في التحليلات الاكثر تفصيلا . ويوضح جدول (٢) هذين
 مقياسين .

جدول (٢) مقياس « ونتويرث » والمقياس اللوغارتمي لتصنيف الحجم

الصنف	مقياس ونتويرث (ملليمترات)	المقياس اللوغارتمي
جلاميد	اكثر من ٢٥٦	اكثر من ٨ -
زلسط	٦٤ - ٢٥٦	٨ - الى ٦ -
حصى	٤ - ٦٤	٦ - الى ٢ -
حصى صغير	٢ - ٤	٢ - الى ١ -
رمل خشن جدا	١ - ٢	١ - الى صفر
رمل خشن	٠.٥ - ١	صفر الى ١
رمل متوسط	٠.٢٥ - ٠.٥	١ الى ٢
رمل ناعم	٠.١٢٥ - ٠.٢٥	٢ الى ٣
رمل ناعم جدا	٠.٠٦٢٥ - ٠.١٢٥	٣ الى ٤
طمي خشن	٠.٠٣١٢ - ٠.٠٦٢٥	٤ الى ٥
طمي متوسط	٠.٠١٥٦ - ٠.٠٣١٢	٥ الى ٦
طمي ناعم	٠.٠٠٧٨ - ٠.٠١٥٦	٦ الى ٧
طمي ناعم جدا	٠.٠٠٣٩ - ٠.٠٠٧٨	٧ الى ٨
صلصال خشن	٠.٠٠١٩٥ - ٠.٠٠٣٩	٨ الى ٩
صلصال متوسط	٠.٠٠٠٩٨ - ٠.٠٠١٩٥	٩ الى ١٠

ويعد الحصول على تصنيف العينة او العينات على الاسس السابقة فيتطلب
 الامر معالجة البيانات الناتجة ببعض الطرق الاحصائية بهدف تلخيص النتائج
 كميا ولتسهيل المقارنة بما سبق من دراسات . ومن هذه الطرق تمثيل النتائج على
 ورقة نصف لوغارتمية ، او عمل منحنيات تكرارية مجتمعة مع توضيح الوسيط
 median او المتوسط mean ، او كليهما في حالة تميز المنحنى التكراري
 بعدم الانتظام . . الخ . فضلا عن تبين فئات الحجم والاتجاه الاوسط
 central tendency للحجم يمكن التوسع في المعالجة الاحصائية لتبين
 التصنيف sorting وانماج التوزيع skewness (وهو الفرق بين
 المتوسط والوسيط) ، والتركز حول قمة في التوزيع kurtosis .

التحليل المعمل الثاني هو ما يتعلق بشكل الحبيبات . وتتوقف الوسيلة التي تتبع على أبعاد حبيبات المادة المراد تحليلها . وفيما يختص بمعايير شكل الحصى فيمكن اتباع ما اقترحه « كاييه » و « تريكار » بالاستعانة بالرسوم البيانية التي وضعها « بيرتوا » ، L. Berthois لاستعمالها كدليل . وهاك بعض الاعتبارات التي تؤدي الى القول بأن معايير « كاييه » هي اكثر ما يناسب وصف شكل الحصى وحبيبات الرمال . والقياسات التي تؤخذ عن الحصى هي عن الطول والعرض والسك (الارتفاع) ثم عن اقصر خط بين المحور الطولي واقرب طرف مقوس .

ونظرا لتفاوت شكل الحصى بحسب نوع الصخر الذي يتكون منه الحصى فمن المتبع ان تؤخذ قياسات كل نوع على حدة حتى يتسنى الخروج بنتائج اكثر صحة . ويعتمد في الخروج ببعض الترجيحات عن ظروف نقل وارساب الحصى على الفروق التي تسجل بين العينات المختلفة مقارنة بالارقام الشائعة للانحراف المعياري للقياسات المختلفة لنفس النوع من الحصى .

اما فيما يختص بالرمل والطين فيمكن اخذ مقدار الاستدارة ايضا كمؤشر الى بعض ظروف الارساب . ويستعمل في تبين شكل حبات الرمل ميكروسكوب عادي او الكتروني^{١٠} اما بالنسبة للطين فيستعمل الميكروسكوب الالكتروني بحيث تكبر الحبيبات ما لا يقل عن ثلاثمائة مرة . وعلى ضوء مقدار الاستدارة يمكن التمييز مثلا بين رمل الكثبان ورمل السواحل . ذلك ان الصنف الاول اكثر استدارة من الصنف الثاني . وللحكم على مقدار الاستدارة يمكن الرجوع مثلا الى دليل شكل الحبيبات الذي اقترحه « شبرد وينج » لاستعماله في تصنيف الحبيبات على اساس الاستدارة (١) .

ومما يذكر انه الى جانب التحليل الميكانيكي والاحصائي مما سبق ذكره فمن الممكن ان تؤخذ صور فوتوغرافية تفصيلية لبعض المواد سابقة الذكر . فبالنسبة للجلاميد والحصى يمكن اخذ صور مقربة لها لتوضيح بعض حجومها ومقدار الاستدارة . ومن الواضح ان ذلك يمكن ان يتم اثناء الدراسة الميدانية كما انه يمكن ان يتم في المعمل بالنسبة للعينات التي جمعت . ويراعى بالنسبة للجلاميد والحصى وضع مقياس مناسب يصور معها ، كقطعة عملة معدنية معروفة او غير ذلك . اما بالنسبة للرمل والطين فيمكن اخذ صور فوتوغرافية للحبيبات بالتصوير الميكروسكوبي ، ويكتفي بذكر مقدار التكبير . وتفيد صور حبيبات الرمل والطين في توضيح مقدار الاستدارة على وجه الخصوص .

(١) انظر « كوشلين كنج » رقم ٢٩ ، ص ٢٩٥ .

التحليل المعملى الثالث هو عمل شرائح رقيقة thin sections من الصخور تستعمل لتبين نوع المعادن التي تظهر في الشريحة تحت الجهر . وتظهر المعادن المختلفة بألوان مميزة وتتخذ اشكالا معينة بحسب بلوراتها مما يساعد على معرفة ما يحتوى عليه الصخر من معادن . ولذلك أهمية في دراسة استجابة الصخر لعمليات التعرية من ناحية كما يساعد على تبين ما اذا كان صخرا اصليا ولم يتأثر كثيرا بتغيرات تالية لكونه او انه تأثر الى حد ما ببعض التغيرات . وغنى عن الذكر ما لهذه الجوانب من أهمية جمرفلوجية . الا انه مما يذكر ان عمل الشرائح الرقيقة ليس ممكنا الا للصخور الصلبة او قوية التماسك . أما الصخور الضعيفة والارسابات شبه السائبة او شبه التماسكة فيصعب عمل شرائح منها .

التحليل المعملى الرابع هو تحليل الارسابات الدقيقة تحليلا معدنيا بهدف تبين خصائص ونسبة المعادن الثقيلة heavy minerals . ومن هذه المعادن البيروكسين ، والهورنبلند ، والابيدوت ، والزركن ، والروتايل . ويمكن الاستدلال بأنواع المعادن الثقيلة على مصدر الارسابات التي تحتوي هذه المعادن . وقد تساعد هذه الطريقة ايضا على التمييز بين مجموعة من المصاطب النهرية ، وكذلك قد تلقى ضوءا على تطورات الاسر النهرى .

وهناك تحليلات كيميائية مختلفة منها ما يختص بتحليل المعينات الدقيقة (اقل من ٠.٠٧٤ مم) لمعرفة محتواها من الكربونات (كالسيت ودولوميت) . كما قد يحدث توسع في التحليل الكيميائي نسبيا بهدف التوصل الى بعض الخصائص الكيميائية التي تأثرت بها المواد السطحية الدقيقة ومدى تعقيد او بساطة هذه البيئة . فالسج جانب الكربونات يمكن معرفة المحتوى من السيليكا والحديد بأشكاله المختلفة والكلوريدات بنسبها المختلفة . ومن المواضيع التي تستلزم التوسع نسبيا في التحليل الكيميائي قيعان المنخفضات الصحراوية كالمنخفضات الصحراوية المصرية والليبية ، والشطوط الجزائرية والمغربية والخبرات في الكويت .

التحليل المعملى الخامس هو ما يتعلق بالحفريات (الأحافير) fossils ويعتبر هذا التحليل من أبعد الاعمال التي يقوم بها الجمرفلوجي بنفسه ، فهو من اختصاص الباحثين في الجيولوجية التاريخية (الاستراتجرافية والحفريات على وجه الخصوص) . الا انه لا مانع من ان يستعين به الجمرفلوجي في القاء الضوء في القاء الضوء على بعض المسائل . من بين هذه المسائل تحديد عمر بعض الطبقات التي لا تكون قد درست دراسة جيولوجية كافية ، وقد يكون ذلك مهما في دراسة التعاقب الجمرفلوجي في منطقة ما . ومن الامثلة التي تحتاج الى اهتمام

خاص في هذا الجانب وجود بعض الصخور التي قد تكون معادة التوزيع (معادة الترسيب) وبالتالي قد تحتوي على حفريات معادة التوزيع reworked مما يشير الى ان هذه الصخور ليست أصلية بل خضعت للتعرية والارساب من جديد . كما ان مثل هذه الصخور قد لا تحتوي بالمرّة على حفريات كبيرة أو متوسطة ويلزم لذلك التأكد مما اذا كانت تحتوي على حفريات دقيقة (مجهرية) .

وهكذا قد يحتاج الجمرفلوجي الى فحص بعض عينات الحفريات الكبيرة والمتوسطة وهو يلجأ في ذلك الى المتخصصين في هذا الجانب لمضاهاة هذه الحفريات بالانواع التي تمثل العصور المختلفة . كذلك قد يحتاج الى فحص مجهري للحفريات الدقيقة التي تساعد على توضيح عمر الصخر موضع الشك وعلى اظهار ماذا كانت معادة التوزيع أو انها أصلية في الصخر .

ومما يذكر ان الحفريات الدقيقة لا تقتصر فقط على الانواع المائية وانما هناك حفريات دقيقة نباتية اهمها اللقاح pollen grains . وبدراسة هذه الحبوب قد ينجح الباحث في التعرف على بعض الانواع النباتية التي تشير الى ظروف مناخية وظروف تربة تلقى ضوءا على الظروف الجمرفلوجية . واذا كانت هذه الحبوب مختلطة ببعض البقايا النباتية فقد ينجح الباحث في تحديد عمر هذه الحبوب وما صاحبها من ظروف باستعمال طريقة الكربون ١٤ تالية الذكر في حدود ما لا يرجع لأكثر من ٤٠ الف سنة . الا ان هذه التحليلات هي الاخرى ليست من اختصاص الجمرفلوجي بل هو يفيد منها فقط .

التحليل المعملّي السادس هو ما يقوم على استخدام قوة اشعاع الكربون ١٤ في تحديد العمر . ذلك ان نسبة الكربون ١٤ في المادة العضوية تؤخذ كدليل على تاريخ موت الكائن . وكلما كانت النسبة مرتفعة ممثلة في قوة اشعاع الكربون ١٤ فهذا يعني حداثة موت الكائن والعكس صحيح . فمثلا اذا كانت نصف كمية ذلك الكربون موجودة فهذا يعني موت الكائن منذ نحو ٥٧٠٠ سنة . اما اذا وجد ربع الكمية فقط فهذا يعني موت الكائن منذ وقت ضعف ذلك ، اي ١١٤٠٠ سنة وهكذا . وقد اخبرت تقديرات الكربون ١٤ بتاريخ مخلفات عضوية معلومة العمر كتوابيت الفراعنة المصنوعة من الخشب واتضح ان هذه الطريقة يعتمد عليها ولكن ليس لاقدم من ٤٠ ألف سنة (١) .

وتفيد هذه الطريقة في تحديد عمر بعض الاشكال أو الظروف الجمرفلوجية الحديثة نسبيا . فمثلا اذا صودفت بعض النباتات شبه المتحللة في بعض

(١) انظر : « اردواي » ، رقم ٣٣ ، ص ٥٠ - ٥٣ .

الارسابات القارية التي يرجع انها تعاصر تلك النباتات فيمكن تحديد عمر هذه الارسابات بتحليل هذه البقايا النباتية . ومع ذلك فلا يصح ان تؤخذ النتيجة كامر مسلم به تماما لاحتمال ان هذه الارسابات كثيرا ما تكون اقدم من وجود النباتات التي نمت عليها . ومن الامثلة التي يمكن ان تتبع فيها هذه الوسيلة تحديد عمر بعض البقايا النباتية القديمة التي توجد في منطقة النشاط الينبوعي القديم الى الجنوب والجنوب الشرقي من موط في الواحة الداخلة بمصر ، وكذلك ما يشبه هذه النباتات القديمة في بعض اجزاء قاع منخفض الخارجية . وان معرفة هذه النباتات يلقي ضوءا على آخر مراحل خروج المياه الجوفية بصورة طبيعية نشطة في هذه الاجزاء . كما تفيد هذه الوسيلة في اللقاء الضوء على عمر بعض الارسابات الفيضية في السهل الفيضي للنيل وبعض مصاطبه .

وفي الكويت من الممكن ان تفيد هذه الطريقة في تحديد عمر الارساب في قيعان بعض الخزرات التي تراكمت في قيعانها بعض المواد الدقيقة التي تحتوي على بعض المخلفات العضوية . وكذلك في تحديد عمر بعض المصاطب البحرية الحديثة نسبيا مما قد تحتوي على بقايا عضوية مناسبة .

وتستخدم مواد مشعة اخرى في التاريخ الجيولوجي والجمرفلوجي من بينها حالتان لليورانيوم (يورانيوم ٢٣٨ ، ويورانيوم ٢٣٥) ، وحالتان للثوريوم (ثوريوم ٢٣٢ ، وثوريوم ٢٣٠) . ولكن لا زالت هذه الوسائل بعيدة نسبيا عن اهتمام الجمرفلوجي لانها مجال دراسي اخر فحسب ، بل كذلك لان اغلب هذه المواد تشير الى تاريخ قديم جدا لا تتخلف عنه تأثيرات جمرفلوجية قوية مما يهتم بها الجمرفلوجي . فضلا عن حالتها اليورانيوم والثوريوم فقد دخل البوتاسيوم ($K 40$) ضمن مجموعة المواد المشعة التي تستخدم في التاريخ ، ويبدو انه سيحقق نتائج طيبة في هذا المجال .

٤ - دراسات النماذج والتجارب العملية

هنالك انواع مختلفة من النماذج models يمكن تصنيفها عموما الى نماذج نظرية واخرى عملية او ملموسة . ومن النماذج النظرية ما يعبر عنه بالكتابة المطولة كما هو الحال في نموذج دورة التعرية الديفيزية (التي يمكن وصفها بنظام system أيضا بحسب بعض المفاهيم) . بينما هنالك نماذج يعبر عنها في صورة معادلات أو قوالب رياضية . وتتوقف صحة النموذج النظري على أمور كثيرة لا مجال للتفصيل عنها هنا .

ولكن لعله من المستحسن ان نلمح الى ان كلا من النماذج النظرية بأنواعها يعتبر حكما أو تعبيراً خاصاً بالقائم ببحث ظاهرة ما أو عناصر منطقة ما . وقد يكون هذا الحكم صحيحاً كما انه لا يسلم من الخطأ ، وشأنه في ذلك شأن طريقة الفرض المسبق (الاستدلال القياسي) . كذلك فمما يذكر ان النماذج النظرية لا تعطى في حد ذاتها تفسيراً عن الظاهرة أو المنطقة موضع البحث الا بالقدر الذي ائم به الباحث عن موضوعه من دراساته الميدانية والبيانات الاساسية المتوفرة وخلفيته الدراسية .

والواقع ان النماذج النظرية هي وسائل تعبير مع قليل من التحليل النظري ، يبيى بنعدم فيها عنصر التحليل السببي . ويمكن النظر الى هذه النماذج كوسيلة لتلخيص المعلومات التي جمعت . وغني عن الذكر ان ذلك على ما فيه من فائدة فهو لا يخلو من مخاطر التلخيص على الاقل .

أما الذي نود التفصيل عنه في هذه المناسبة فهي النماذج الجغرافية المحسوسة أو العملية ، بالإضافة الى بعض التجارب العملية الأخرى . ويقصد بالنماذج المحسوسة هذه أشكال أو انشاءات عملية اما يتوفر فيها أكبر قدر ممكن من العناصر المكونة للظاهرة أو المنطقة موضع الدراسة ، أو يتوفر فيها عدد محدد من العناصر الهامة التي يراد فحص علاقاتها . ونظراً لاستحالة عمل الأبعاد المختلفة للنموذج بنفس الأبعاد الطبيعية في معظم الحالات فيطلق على هذه النماذج مصطلح النماذج المقياسية scale models . ذلك ان هذه النماذج تصغر عادة أغلب أبعادها الى مقاييس أخرى غير المقاييس الطبيعية . وقد تكون هذه النماذج المقياسية المحسوسة ثابتة لا حركة فيها كـ بعض نماذج البنية ونماذج الشكل وهذه ليست ذات أهمية كبيرة في البحث الجغرافي ولكنها تفيد في التدريس أو الشرح . وقد تتضمن هذه النماذج بعض الحركة كنماذج عوامل التعرية . وتعتبر النماذج المقياسية من أحسن النماذج التي تناسب الدراسة والبحث الجغرافي برغم ما تتميز به من عدم توحيد المقياس لجميع العناصر المثلة في النموذج وخاصة عنصر الوقت بالنسبة لنماذج الحركة . وهناك من النماذج المحسوسة أيضاً ما يستحسن ان يسمى بنموذج التشبيهي analogue model بدلاً من تسميته بالنموذج النظير أو الشبه . وهذا الصنف قليل الاستعمال وقليل الأهمية نسبياً كما لا يستحسن التوسع في دراساته . ومما يذكر عامة ان النموذج مهما وصف بأنه مماثل أو مطابق فانه لا يبلغ التماثل أو التطابق الكامل مع ما يمثل .

وهناك كثير من الموضوعات التي تؤخذ عنها بيانات بواسطة النماذج العملية . فمن النماذج ما يوضح فعل الرياح ، والجريان المائي ، والموج ،

والمد والجزر في المصببات الخليجية بما يتضمنه ذلك من التفاوت في قوة الموج وأحوال المياه في منطقة المصب . ويستعان بالنماذج العملية عادة لفحص بعض العلاقات الطبيعية الأساسية التي تم التوصل إليها بالتحليل النظري ، فضلا عن امكانية الخروج ببيانات جديدة لم تكن في الحسبان . وليس في الامكان أن نحيط بعدد كبير من النماذج هنا ونكتفي ببعض الامثلة الهامة فقط . فمن امثلة النماذج التي استعملت في الدراسات الخاصة بنقل السرياح للرمال ما استعمله « باجنولد » (١) . وتعتبر دراسات « باجنولد » بالنماذج والتجارب العملية من اهم الدراسات التي أجريت عن النقل والارساب بواسطة الرياح أو هي أهمها في هذا الصدد . ولا تتوقف أهمية دراساته على أنها تمثل حركة الرمال بواسطة الرياح فحسب ، بل أن بعض قواعد النقل والارساب بواسطة الرياح تلقى ضوءا كبيرا على بعض قواعد النقل والارساب بفعل المياه . ومع ذلك فمما يذكر أن ملاحظات وقياسات « باجنولد » الميدانية عن فعل السرياح والاشكال الرملية المختلفة لم تكن بالقدر المناسب .

وهناك أعمال أخرى أحدث ، منها ما قام به P. Y. Belly (٢) . فقد استعمل نموذجا يتكون من نفق لتمر به الرياح طوله مائة قدم وعرضه أربعة أقدام وارتفاعه أربعة أقدام ونصف . وقد مرت رياح في هذا النفق تتراوح سرعتها من ٢٤ - ٤٠ قدم / ثانية بواسطة « مروحة شفط » عند مخرج النفق . وقد دعم النموذج بامكانيات أخرى لقياس سرعة الرياح وكمية الرمال المارة . ومن بين التجارب التي أجريت بهذا النموذج ما يختص بقياس سرعة الرياح كلما بعدنا عن جوانب المر . كذلك قيس معدل نقل الرمال بحسب السرعات المختلفة ومن الملاحظات التي سجلت أيضا ما يتعلق بالتموجات الرملية sand ripples وقد تضمنت هذه الملاحظات أن التموجات تأخذ في الظهور أثناء أقل تحرك للهواء على حين أنها تتلاشى إذا زادت سرعة الهواء عن ٣٦ قدم / ثانية . ومن بين النتائج أيضا أنه لم تظهر علاقة واضحة بين طول الموجة وسرعة الرياح . ومن ناحية أخرى فقد قيس متوسط المسافة التي تقطعها حبات الرمال وتبين أن هذا المتوسط يزداد من ١٣ إلى ١٦ قدم بازدياد سرعة الرياح من ٢٨ إلى ٣٥ قدم / ثانية . على حين أنه لم تظهر هناك علاقة بين طول المسافة التي تقطعها حبات الرمال وطول التموجات على غرار ما سجل « باجنولد » . ومع ذلك فقد تبين أن حجم حبة الرمل يؤثر في طول المسافة التي تقطعها بالقفز ، ذلك أنه بقلّة الحجم تزداد هذه المسافة .

(١) « باجنولد » ، رقم ٢٢ .

(٢) انظر « كوشلين كنغ » ، رقم ٢٩ ، من ١٩١ - ١٩٣ .

كذلك من بين النتائج الهامة التي سجلها « بلى » ما يتعلق بتأثير الرطوبة على السرعة اللازمة لتحريك الرمال . فالرمال المبتلة تتطلب رياحا أكبر سرعة لتحريكها ، وقد تبين مثلا انه في حالة احتواء الرمال (رمال دقيقة) على ١٪ من الرطوبة فتتطلب لكي تتحرك رياحا بسرعة ٢٤ر٥ سم / ثانية ، اما اذا كانت الرطوبة ٣ ٪ فتتطلب حركة الرمال رياحا بسرعة ٥٨ سم / ثانية .

ومن أمثلة دراسات النماذج والتجارب العملية عن ضوابط حركة الحمولة مع المياه الجارية ما قام به « باجنولد » وما قامت به « ليوبولد وولان ومير » (١) . وكذلك من دراسات النماذج المبكرة نسبيا ما قام به « لويس » W. V. Lewis . وكانت أولى تجاربه لتوضيح تغير انحدار المجرى كنتيجة للتغير في نسبة الرمال والمياه المارة في المجرى . وقد قيس انحدار النهر النموذج بتسجيل المنسوب عند نقاط بين كل منها ١٠ سم . ومررت مياه بمعدل ١١٨ سم ٣ / ثانية . وقد أوضحت التجارب الاولى وجود انحدار بلغ ٣٧/١ للقطاع الطولى . ثم خفضت كمية المياه الى النصف وزيـد الانحدار بقصد التوصل الى قطاع ثابت فبلغ الانحدار ٢٧/١ عند بلوغ مرحلة التوازن . ثم زيدت كمية الرمال الى الضعف فأصبح قطاع التوازن من ١٩/١ الى ٢٠/١ . ويتقليل كمية الرمال الى المقدار السابق لم يعد القطاع الى انحداره الاصلي ولكن بقي بمعدل ٢١/١ . وربما يعزى هذا الى ضرورة توفر تيار أكبر سرعة لكي يقوم بالنحت ولا يقتصر على النقل فقط . وقد أجريت تجارب أخرى لدراسة نقط التجديد وكذلك لتأثير التقاء الروافد بالنهر الرئيسي . ومن بين النتائج التي ظهرت أثناء تجارب عن تطور الروافد أن هناك نقط تجديد تكونت بدون انخفاض في مستوى القاعدة . وهذا يعد مؤشرا الى انه ليس من الضروري أن تكون كسور الانحدار في القطاعات الطويلة للأنهار الحقيقية راجعة الى انخفاض مستوى القاعدة .

ومن التجارب الاحداث نسبيا ما قام به « ستبنجس » J. Stebbings . لتبين التطورات التي تحدث في المجاري المائية في الاراضي الطينية . وقد استعمل لهذا الغرض مجرى صناعي منحدر طوله ٢٧ قدم وعرضه ٢ اقدام وعمقه ١٠ بوصات ، وقد صمم النموذج بحيث تمر المياه في دورة مغلقة ، وتم تجميع الرمال التي تنقلها المياه الى نهاية المجرى بواسطة « الفلتر » . وكانت الرمال التي استعملت في هذه التجارب ما بين ٠.٦ ر ، ١.٢ مم . وقد شكل مجرى مبدئي في معظم التجارب بحيث كان قطاعه العرضي بعمق ١/٢ بوصة بالنسبة

(١) « ليوبولد ، وولان ، ومير » ، رقم ٣١ .

للجانين . وقد أدى تحرك الرمال في اتجاه المصب الى زيادة الانحدار تدريجيا في هذا الاتجاه وارتبطت بذلك زيادة تدريجية في الحمولة في الجزء الأدنى كما أخذ العمق يقل بزيادة اتساع المجرى . بينما حدث في الجزء العلوى من المجرى ان انعدمت كمية الحمولة بمرور الوقت نظرا لنقصان الانحدار ، بينما أخذت الحمولة تزداد في الجزء الأدنى الى الحد الذي أدى الى التشعب braiding ومن نتائج هذه التجارب أيضا انه بزيادة الانحدار حدث التفرع على مسافة أكثر بعدا عن المصب من ذى قبل . كما تبين انه بانعدام الحمولة فقد تميز القطاع العرضي للمجرى باتخاذ شكل مقوس مستمر أعمق أجزائه في الوسط ، ولكنه تميز باتساع وضحولة أكبر قبل بدء حدوث التشعب وكانت الحمولة أقصى ما يمكن . فضلا عن هذه النتائج فقد تبينت عدة نتائج أخرى لتجارب هذا النموذج (١) .

ولا تقتصر النماذج النهرية على أمثلة افتراضية بل يمكن عمل نماذج لأجزاء من أنهار معروفة . مثال ذلك ما تم عمله لنهر المسيسيبي في منطقة قرب مدينة « كايرو » في الينوى ، لدى المحطة التجريبية للطرق المائية بالولايات المتحدة . الا انه في مثل هذه الحال يصبح من الضروري أكثر عمل النموذج ببعض المبالغة الرأسية ، وذلك حتى يتسنى توفير بعض التسهيلات الضرورية لتشغيل النموذج . وفي مقدمة هذه التسهيلات جريان المياه ، واتخاذ مجرى محدد ، والتقليل من عيب كبر حجوم الحمولة بالنظر الى مقياس النموذج . فعبات الرمل مثلا لا يمكن تصغيرها بنفس نسبة مقياس النموذج . كما انه من المستحسن استعمال الحجوم الصلصالية كبديل للرمال لتحقيق بعض التصغير في حجوم الحمولة بحيث ينظر الى هذه الحجوم الصلصالية كرمال مثلا .

كذلك هنالك من النماذج ما يعرف بحوض الموج wave tank لفحص فعل الموج . وقد أجريت دراسات عديدة وتجارب مختلفة في هذا المجال . ومن الدراسات النظرية التي أكدت التجارب العملية نتائجها ما عرف من أن حركة الحبيبات بفعل الامواج تتخذ مسارات دائرية مفتوحة فسي المياه العميقة وأن الحبيبات لا تعود الى أماكنها الأصلية تماما . وهذا الفارق في الحركة بين الموضع الأصلي والموضع الجديد هو ما ينتج عنه نقل الارسابات . وتشكل هذه التغيرات في نمط تلك الحركة بين المياه العميقة والمياه الضحلة وعلى الاعماق المختلفة موضوعا يمكن فحصه نظريا أو معمليا بواسطة النموذج الحوض .

(١) انظر «كوشلين كنج» ، رقم ٢٩ ، ص ١٩٥ - ١٩٦ .

وعلى سبيل الامثلة السريعة للنماذج ما استعمله « رسل وأوزوريو » R. Russel & J. Osorio لبعض القياسات عن الموج . وكان هذا النموذج على شكل حوض مستطيل ذي قاع ناعم . وتركت الامواج لتتصرف في الحوض لبعض الوقت حتى تصل الى حالة الاستقرار steady state ، ثم وضعت قطعة من مادة الصباغة في المياه ، فرسمت هذه القطعة خطا يمكن تتبعه كلما حركتها الامواج . واخذ مسار هذا الخط كدليل على طبيعة حركة المسواد في الاعماق المختلفة .

مثال آخر هو ذلك النموذج الذي استعمله « سايبيل » O. Sibul لدراسة نشأة الامواج . فقد استعمل حوضا طوله ٦٠ قدما وعمقه ١٢٨ قدما وعرضه قدم واحد . وقد ولدت حركة في الهواء (رياح) بواسطة مروحة خاصة ركبت عند احدى نهايتي الحوض ، وتراوحت سرعة الرياح ما بين صفر و ٥٠ قدما / ثانية . وقد سلطت الرياح على سطح الماء بانحدار طفيف (١٠/١) بحيث تلتقي مع المياه بهدوء نسبيا ، كما كان هناك منحدر تدريجي في نهاية الحوض تتكسر عليه الامواج . واخذت قياسات مختلفة عن ارتفاع الامواج ووقت حدوثها كما اخذت بيانات عن تأثير انواع مختلفة من القيعان . ومما اوضحته هذه الدراسة ان هناك ارتباطا بين وقت استمرار الرياح وطول الموجة ، كما ظهر ارتباط بين ارتفاع الموجة وقوة الرياح ودفعه هبوبها .

مثال ثالث لهذا الصنف من النماذج هو ما استعمله « سافج » R P. Savage في بحثه عن تكسر الامواج على الشواطئ المختلفة . فقد استعمل حوضا بطول ٩٦ قدما وبعمق قدمين وبعرض قدم ونصف . ومن نتائج دراساته ان مياه الامواج القليلة الانحدار تصل الى مسافة ابعد مما تصل اليه الامواج شديدة الانحدار على منحدرات في حدود ٤/١ . اما الامواج شديدة الانحدار فتصل مياهها الى اكبر مسافة على منحدرات اشد في حدود ٢/١ . ومما يذكر انه باستعمال نموذج اخر مختلف الابعاد تبين ان الامواج تصل الى مسافة اكبر في النموذج الصغير بما يتراوح بين ١٠ و ٢٠٪ على منحدرين يبلغ انحدارهما ٦/١ و ٢/١ على الترتيب .

اما لدراسة نقل المواد بفعل الموج فقد اجريت تجارب عديدة من بينها ما قام به « باجنولد » ، وما قام به « ابن وايجلسن » T. Ippen & P. S. Eagleson وقد استعمل الاخيران مثلا بعض الكرات البلاستيكية والزجاجية لتبين طبيعة حركة الارسابات . الا انه فيما يبدو ان استعمال الرمال

الطبيعية هو بصفة عامة أكثر مناسبة في استعمال هذه المواد الصناعية . ومن نتائج تجارب « ابن وايجلسن » أنه أمكن تقسيم النطاق الساحلي الى ثلاثة أقسام . القسم الأول هو قسم التوازن (التبادل) حيث لا توجد حركة للارسابات لا في اتجاه الداخل ولا في اتجاه الخارج . ثم هناك نطاق تتحرك فيه الارسابات في اتجاه اليابس ويقع هذا النطاق بعد خط تكسر الموج ناحية اليابس . ثم نطاق ثالث يقع ناحية البحر بالنسبة للنطاق الأول تتجه فيه الارسابات الى البحر . وفضلا عن هذه النتائج فهناك نتائج ودراسات أخرى كثيرة مما لا يسهل التوسع فيه هنا (١) .

وفي نهاية الكلام عن النماذج والتجارب المتصلة بها فمما يجدر ذكره أن هذا المجال هو في هامش اختصاص الجيومورفولوجي وليس في صميم اختصاصه فهو يدخل بصفة رئيسية ضمن دراسات الهندسة المدنية والهندسة المائية . ويمكن تبين ذلك لا من قلة الاعتماد نسبيا على هذه الدراسات في الجوانب الجيومورفولوجية فحسب ، بل كذلك من قوائم المراجع والمصادر التي ترد في بعض الكتابات عن النماذج والتجارب العملية المتصلة بها .

(١) للتوسع انظر « كوشلين كنج » رقم ٢٩ ، ص ٢٠٣ - ٢٢١ .

المراجع

- ١- أبو الحسن علي بن الحسين المسعودي (١٩٦٤) : مروج الذهب ومعادن الجوهر ، تحقيق محمد محي الدين عبد الحميد ، القاهرة .
- ٢- أبو الريحان محمد بن أحمد البيروني (١٩٥٨) : في تحقيق ما للهند من مقولة ، الهند .
- ٣- أبو بكر محمد بن الحسن بن الحاسب الكرخي (١٣٥٩ هـ) : انبساط المياه الخفية ، مطبعة دار المعارف العثمانية ، حيدر آباد ، الهند .
- ٤- أبو علي الحسين بن سينا (١٩٦٥) : كتاب الشفاء ، المعادن والآثار العلوية ، القاهرة .
- ٥- اخوان الصفا (١٩٥٧) : رسائل اخوان الصفا وعلان الوفاء ، دار صادر ، بيروت .
- ٦- جودة حسنين جودة (١٩٧٠) : « طرق بحث بتروجرافية للدراسة الجيومورفولوجية » ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، ص ١ - ٤١ .
- ٧- ————— (١٩٦٣) « تكوينات اللويس » ، المحاضرات العامة ، الجمعية المصرية ، القاهرة ، ص ٢٧ - ١٢٩ .
- ٨- جورج سارتون (١٩٦٣) : تاريخ العلم ، ترجمة ليف من العلماء ، دار المعارف بمصر .
- ٩- شريف محمد شريف (١٩٦٩) : تطور الفكر الجغرافي ، الجزء الاول مكتبة الانجلو المصرية ، القاهرة .
- ١٠- طه محمد جاد (١٩٧٨) : تحليل الخريطة الكنتورية باهتمام جمرولوجي ، (الانجلو المصرية) ، القاهرة .
- ١١- ————— (١٩٧٤) : منخفض الداخلة - دراسة جمرولوجية ، رسالة دكتوراه (اوصى بنشرها) ، كلية الاداب جامعة عين شمس .
- ١٢- علي السكري (١٩٧٣) : العرب وعلوم الارض ، الاسكندرية .
- ١٣- علي عبد الوهاب شاهين (١٩٥٩) « الخريطة الكنتورية في دراسة الجيومورفولوجيا » ، محاضرات الجمعية الجغرافية المصرية ، القاهرة .
- ١٤- ————— (١٩٦٣) « نشأة الفكر الجيومورفولوجي وتطوره » ، محاضرات الموسم الثقافي ، الجمعية الجغرافية المصرية ص ٣٤ - ٦٤ .

- ١٥- عماد الدين محمد سلطان (١٩٦٧) : التحليل العاملي ، (دار المعارف ، القاهرة)
- ١٦- كيرتس لارسين (١٩٧٦) « منطقة الدلغا في بلاد ما بين النهرين ، اعادة للنظر في دراسة ليز وفالكون » ترجمة فيصل الوائلي ، مجلة كلية الاداب والتربية ، العدد التاسع الكويت
- ١٧- محمد صقر خفاجة (١٩٦٦) : هربوت يتحدث عن مصر ، ترجمة محمد صقر خفاجة وشرح احمد بدوي ، دار القلم ، القاهرة
- ١٨- محمد على عمر الفرا ، (١٩٧٣) : مناهج البحث في الجغرافيا بالوسائل الكمية ، (وكالة المطبوعات) الكويت
- ١٩- نفيس احمد (بدون تاريخ) : جهود المسلمين في الجغرافية . ترجمة فتحي عثمان (دار القلم) القاهرة
- ٢٠- وولدرج ، س . و . ، ايسن ، و . ج . (١٩٦٦) : الجغرافيا مفزاهها ومرماها . تعريب يوسف ابو الحجاج ، ومراجعة محمد محمود الصياد (الشرق بالجمالة)
- 21 Abul-Haggag, Y., 1961. Contribution to the Physiography of Northern Ethiopia University of London, London.
- 22 — Bagnold, R. A., 1965, The Physics of Blown Sand and Desert Dunes. (Methuen), London.
- 23 — Chorley, R. J., and Kennedy, B. A., 1971 'Physical Geography : A. Systems Approach.' (Prentice Hall) London.
- 24 — Chorley, R. J., 1970. 'The application of quantitative methods to geomorphology', pp. 147-63 in 'Frontiers in Geographical Teaching', ed. by R. J. Chorley and P. Hagget (Methuen), London.
- 25 — Dickinson, G. C., 1969, 'Maps and Air Photographs,' (E. Arnold), London.
- 26 — Hanwell, J. D., & Newson, M. D., 1973, 'Techniques in Physical Geography', London.
- 27 — Holmes, A., 1959, 'Principles of Physical Geology', London.
- 28 — I T C (International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences) textbook of Photo-interpretation, 1968, Delft, Netherlands, chap. 7.
- 29 — King, C. A. M., 1967 'Techniques in Geomorphology,' (Edward Arnold), London.
- 30 — Leese, G. M., & Falcon, N. L., 1952, 'The Geographical History of the Mesopotamian Plains', Geogr. Journ., 118, pp.
- 31 — Leopold, L. B., Wolman M. G., and Miller, J.P., 1964, 'Fluvial Processes in Geomorphology, (Freeman) San Francisco.
- 32 — Nieuwenhuis, J. D., and von den Berg, J. A., 1971, 'Slope investigation in the Morvan (Haut Folin Area)', Rev. Geomorph. Dyn., 20, pp. 161-76.

- 33 — Ordway, R. J., 1971. 'Earth Sciences,' (East — West Press), Bombay.
- 34 — Savigear, R. A. G., 1967, 'On surveying slope profiles', *Rev. Geomorph. Dyn.*, 17, pp. 153-4.
- 35 — ————— 1965. 'A technique of morphological mapping'. *Ann. Assoc., Amer. Geogr.*, 55, pp. 514-38.
- 36 — Schwarzbach, M, 'Climates of the Past', (Translated from German 1963), ed. by R. W. Fairbridge, (Nostrand), London.
- 37 — Small, R. J., 1972. 'The Study of Landforms', (University Press) Cambridge.
- 38 — Strahler, A. N., 1963. 'The Earth Sciences', (Harper & Row), N, Y.
- 39 — Wrigley, E. A., 1970, 'Changes in the philosophy of geography', pp. 3-20 in 'Frontiers in Geographical Teaching', ed. by R. J. Chorley and P. Hagget, (Methuen), London.
- 40 — Young, A., 1971, Slope profile analysis: the system of best units, in *Slope Form and Processes*, Special Publ. 3, Inst. Br. Geogr., pp. 1-13.
- 41 — Wooldridge, S. W. and Morgan, R. S, 1962, 'An Outline Geomorphology', London.

المحتوى

٥	● أولا : البحث الجيومورفولوجي عند الاغريق والعرب
٦	فكرة تبادل اليابس والماء
١١	١ - محمد بن الحسن بن الحاسب الكرخي
١٢	٢ - ابو الريحان البيروني
١٣	٣ - الشيخ الرئيس ابو علي الحسين بن سينا
١٨	● ثانيا : اسس البحث الجيومورفولوجي الحديثة
٣٥	● ثالثا : اضاء على الوسائل العملية الحديثة
٣٦	١ - تحليل الخرائط والصور الجوية
٤٢	٢ - الملاحظات والقياسات الميدانية
٦٣	٣ - جمع العينات وتحليلها
٧٦	٤ - دراسات النماذج والتجارب العملية

ادارة مطبعة الجامعة